Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

UNTER MITWIRKUNG VON

A. BUTENANDT BERLIN-DAHLEM · P. DEBYE BERLIN-DAHLEM · F. K. DRESCHER-KADEN GÖTTINGEN · H. v. FICKER WIEN · R. GRAMMEL STUTTGART

O. HAHN BERLIN-DAHLEM · M. HARTMANN BERLIN-DAHLEM · F. KÖGL UTRECHT · M. v. LAUE BERLIN · E. v. d. PAHLEN POTSDAM

F. SAUERBRUCH BERLIN · H. SPEMANN FREIBURG I. BR. · H. STILLE BERLIN · F. v. WETTSTEIN BERLIN-DAHLEM

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ SÜFFERT

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 50 (SEITE 825—840) · 15. DEZEMBER 1939 · 27. JAHRGANG

INHALT:

Zehn Jahre Großwetterforschung. Von HORST PHILIPPS. (Mit 2 Figuren) 825

Über Reifevorgänge am Brotgetreide (Weizen). Von KARL SCHMORL. (Mit 2 Figuren) 834

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN:

Zur Hydratation des Trikalziumaluminats. Von O. E. RADCZEWSKI, H. O. MÜLLER und W. EITEL. (Mit 3 Figuren) 837

Beitrag zur Elektronenablösung an der Kathode der Glimmentladung. Von HEINZ FISCHER. (Mit 2 Figuren) 838

Mutabilität und physiologischer Zustand. Von EDGAR KNAPP 839

Zur Deutung des antiferromagnetischen Umwandlungspunktes beim Vanadindioxyd. Von H. DRESSNANDT und W. SCHOTTKY 840

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses siehe II. Umschlagseite!

Die Wissenschaft von den Sternen

Ein Überblick über Forschungsmethoden und -ergebnisse der Fixsternastronomie

Von Dr. **W. Kruse**

Observator der Hamburger Sternwarte in Bergedorf

Mit 101 Abbildungen. XIII, 180 Seiten. 1939. Gebunden RM 4.80

(Verständliche Wissenschaft, Band 43)

Inhaltsübersicht:

Erster Teil

Wege zu den Sternen

I. Die Richtung (Der Ort am Himmel). — II. Die Helligkeit. — III. Die Farbe (Das Spektrum).

Zweiter Teil

Die Welt der Sterne

I. Unsere Weltinsel. — II. Die große Welt. — Nachwort. — Sachverzeichnis.

Die Erde als Planet

Von Dr. **Karl Stumpff**

a. o. Professor an der Universität Berlin, Observator am Meteorologischen Institut der Universität Berlin

Mit 50 Abbildungen. IV, 158 Seiten. 1939. Gebunden RM 4.80

(„Verständliche Wissenschaft", Band 42)

Inhaltsverzeichnis:

Die Erde im Weltbild des Menschen. — Die Erde ist eine Kugel. — Die Erde dreht sich. — Orientierung auf der Erdoberfläche. — Die Erde wandert um die Sonne. — Erde und Mond — ein Doppelgestirn. — Lebensspenderin Sonne. — Erdpole und Erdmagnetismus. — Der Körperbau des Planeten Erde. — Erde, Weltall und Leben. — Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses:

BESPRECHUNG:

Hand- und Jahrbuch der Chemischen Physik. Hrsg. von A. Eucken und K. L. Wolf. Bd. 10, Abschnitt III A: B. Mrowka, Starkeffekt. Abschnitt III B: H. A. Stuart, Elektrischer Kerr-Effekt (Elektrische Doppelbrechung). (Ref.: F. Hund) 840

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen wöchentlich und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung oder jede Postanstalt bezogen werden. Preis vierteljährlich RM 9.60. Hierzu treten bei direkter Zustellung unter Kreuzband die Versandspesen bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelpreis dieses Heftes RM 1.— zuzüglich Porto. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Studierende, ferner Ärzte in nicht vollbezahlter Stellung erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%.

Manuskripte, Bücher usw. an **Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 22/24,** erbeten.

Nachdruck: Der Verlag behält sich das ausschließliche Recht der Vervielfältigung und Verbreitung (entsprechend § 42 des Verlagsgesetzes) der in dieser Zeitschrift zum Abdruck gelangenden Beiträge sowie ihre Verwendung für fremdsprachliche Ausgaben vor.

Anzeigen werden von der Verlagsbuchhandlung angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe erfragen. Letzter Annahme-Termin: 12 Tage vor Erscheinen der betreffenden Nummer.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 22/24
Fernsprecher: 21 81 11.

BEZUGSQUELLEN

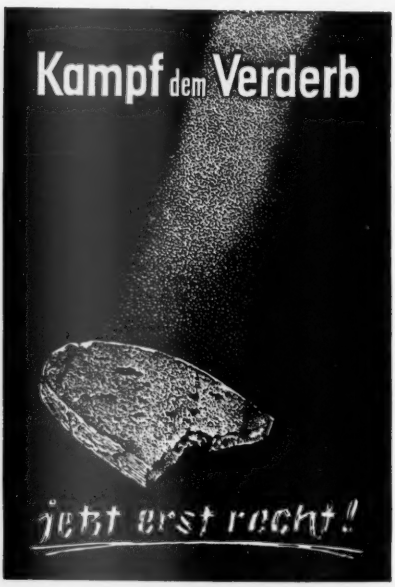
ANALYSENWAAGEN
Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen

FEINMECHANIK
J. D. Möller G. m. b. H., Wedel/Holstein

MIKROTOME
Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen

PHYSIKALISCHE APPARATE
Berliner physikalische Werkstätten G. m. b. H., Berlin W 35, Woyrschstr. 8. Telegrammadr. Physik

PRÄZISIONSWAAGEN
Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen



XLVII. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines

für das Jahr 1938

Geleitet von

Dr. **Ferdinand Steinhauser**

Mit 4 Abbildungen im Text. 26 Seiten u. VI Seiten Register zu den Jahresberichten des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1932 bis 1938. 1939 RM 2.50

VERLAG VON JULIUS SPRINGER / WIEN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

27. Jahrgang | 15. Dezember 1939 | Heft 50

Zehn Jahre Großwetterforschung.

Von HORST PHILIPPS, Bad Homburg v. d. H.

Das Forschungsinstitut für langfristige Witterungsvorhersage in Bad Homburg v. d. H. konnte am 1. November 1939 auf eine 10jährige Tätigkeit unter der Leitung seines Gründers, Professor Dr. F. BAUR, zurückblicken. Aus kleinsten Anfängen hat sich die damalige Forschungs*stelle* allmählich zu einem großen *Institut* entwickelt, das seit der Übernahme durch das Reichsluftfahrtministerium mit dem Ausbau in personeller und finanzieller Hinsicht die notwendige Grundlage erhalten hat, um die ihm gestellten praktischen Aufgaben lösen und die Forschungsarbeit auf dem gesamten Gebiet der Großwetterforschung nach allen Richtungen hin aufnehmen zu können. Bereits vor 7 Jahren ist das Forschungsinstitut erstmals versuchsweise an die Öffentlichkeit getreten, und zwar mit der Herausgabe einiger 10-Tage-Vorhersagen, die heute zu einer ständigen Einrichtung geworden sind und in wöchentlichem Abstand vorläufig während des ganzen Sommerhalbjahres durch Presse und Rundfunk veröffentlicht werden.

Die gesamte Arbeit im Forschungsinstitut wird letzten Endes immer *einem* Ziel unterstellt bleiben, der praktischen Verwendbarkeit der wissenschaftlichen Ergebnisse zum Nutzen vor allem der Landwirtschaft, des Weinbaus, der Volkswirtschaft, des Handels und Verkehrs und aller Zweige der Technik und Industrie, soweit diese in irgendeiner Form an dem kommenden Witterungsablauf interessiert sein müssen. Es ist klar, daß zur Erreichung dieses praktischen Zieles, nämlich der Herausgabe langfristiger Witterungsprognosen aller Art, eine ungeheure, vom Laien gar nicht abzuschätzende Arbeit im großen und im kleinen geleistet werden muß, und dies innerhalb eines so weit gesteckten Gebietsumfanges meteorologisch-geophysikalischer Forschung, daß an seinen Grenzen vielfach ein nur mehr lockerer Zusammenhang mit der eigentlichen Zielsetzung noch zu bestehen scheint. Aber auf einem Boden, dem seine Frucht nur mit harten Mühen abzuringen ist, kann, wenn andere Mittel fehlen, allein extensive Bewirtschaftung die notwendige Ernte einbringen.

Anläßlich des 10jährigen Bestehens des Forschungsinstituts scheint es angebracht, auch einen weiteren Kreis von Forschern verwandter Gebiete mit den Hauptproblemen der Großwetterforschung bekanntzumachen und ihm einen kleinen Ausschnitt aus der Institutsarbeit zu vermitteln, soweit das im Rahmen einer kurzen Veröffentlichung möglich ist.

I. Die Großwetterforschung.

Es liegt im Wesen der Großwetterforschung[1]) begründet, daß man dort nicht den *Einzelerscheinungen* des Wetters, sondern nur seinem *Gesamtcharakter* während mehrerer Tage in einem bestimmten Gebiet Beachtung schenkt. Dem Wetterablauf im einzelnen stellen wir damit den Begriff der „*Witterung*" gegenüber. Vom Standpunkt der Großwetterforschung betrachtet ist also z. B. die Zeit der Frontpassage einer Zyklone oder die Dauer des Aufgleitregens nicht so sehr von Bedeutung wie der allgemeiner beschriebene Charakter des Wetters während *der* Periode zyklonaler Störungen, innerhalb welcher der Vorübergang jener Zyklone oder ihrer Front nur einen kleinen besonders einprägsamen Ausschnitt darstellt. Diese Art zusammenfassender Beschreibung ist ein besonderes Kennzeichen der Großwetterforschung und geeignet, die Vielzahl der Wettererscheinungen einer weitaus kleineren Anzahl bestimmter Witterungstypen einzuordnen, welche einen leichteren Überblick gewähren, ohne daß durch diese Zusammenfassung der Wert der Beschreibung herabgesetzt wird. Denn während einer längeren Dauer interessiert uns ja gar nicht der einzelne Niederschlag, sondern vielmehr z. B. die Voraussicht, daß es „im ganzen regnerisch" sein wird.

In den verschiedenen Teilgebieten eines größeren Gebietsausschnittes kann zur gleichen Zeit verschiedene Witterung vorherrschen. Die Gesamtheit dieser in verschiedenen Teilgebieten während eines bestimmten Zeitraumes auftretenden Witterungsverhältnisse, solange sie in unmittelbarem Zusammenhang stehen, bezeichnen wir als „*Großwetter*" bzw. „*Großwetterlage*". Ändert sich in diesen Gebieten allenthalben die Witterung, um eine Zeitlang in eine andere konstante Witterungskombination überzugehen, so sprechen wir von *Änderung* oder *Umgestaltung der Großwetterlage*. Man erkennt sogleich, daß wegen der weitgehenden Verknüpfung aller Wettervorgänge miteinander über sehr große räumliche Erstreckungen hinweg dem nicht mit mathematischer Präzision und Objektivität zu fassenden Begriff der Großwetterlage eine gewisse Subjektivität anhaftet. So kommt es, daß der Nichterfahrene eine gewisse Änderung im Wetterbild oft fälschlicherweise schon als Änderung der Großwetterlage bezeichnet. Hier gehört neben einer gewissen Einfühlung eine lange Erfahrung dazu, um die subjektive Beurteilung weitgehend auszuschalten.

Für das *Wetter* an einem bestimmten Ort ist bekanntlich die gleichzeitige Luftdruckverteilung innerhalb eines größeren Gebietes um diesen Ort kennzeichnend und bestimmend; die *Witterung* ist

[1]) Eine kurze, leicht lesbare und dem heutigen Stande unseres Wissens angepaßte Darstellung der Probleme und teilweise der Ergebnisse enthält: F. BAUR, Einführung in die Großwetterforschung, Math.-phys. Bibl., Reihe I, Nr 88. Leipzig u. Berlin: B. G. Teubner.

dann in gleicher Weise bis zu einem hohen Grade durch eine zeitliche Folge solcher Druckverteilungen oder, dem zusammenfassenden Prinzip entsprechend, durch die *mittlere* Druckverteilung während des betrachteten Zeitraumes bestimmt. Auf diese Weise kann man den verschiedenen *Witterungstypen* verschiedene *mittlere Luftdruckverteilungen* zuordnen. So ist z. B. diejenige Luftdruckverteilung, welche zu einem durch strenge Kälte gekennzeichneten Wintermonat gehört, eine durchaus verschiedene, je nachdem die tiefen Temperaturen auf Kaltluftadvektion zurückzuführen oder durch Ausstrahlung bedingt sind; beide aber sind gänzlich von der eines milden niederschlagsreichen Wintermonats verschieden. Es ist dabei der Auffassung entgegenzutreten, daß mit dieser Zuordnung eine *eindeutige* Beziehung zwischen Luftdruckbild und gleichzeitiger Witterung hergestellt ist. Das Wetter und die Witterung sind viel zu komplexe, durch vielerlei Ursachen und vielfach nicht leicht zu erkennende Vorgänge gesteuerte Erscheinungen, als daß auf so einfache Weise eine vollkommen eindeutige Zuordnung geschaffen werden könnte. Es können sich z. B. im Winter bei gleichem Luftdruckbild, d. h. ganz ähnlichem Isobarenverlauf in 2 Fällen die zugehörigen Monatsmittel der Temperatur und damit zum Teil auch der Witterungscharakter durch die Ausbreitung einer Schneedecke in einem, das Fehlen einer solchen im anderen Falle wesentlich voneinander unterscheiden. Immerhin darf für die Beurteilung der Witterung die gleichzeitige mittlere Luftdruckverteilung als der dominierende Faktor angesehen werden.

Mit der Erkenntnis, daß eine, wenn nicht eindeutige, so doch ziemlich stramme Beziehung zwischen Witterung und *gleichzeitiger* mittlerer Luftdruckverteilung besteht, drängt sich eine weitere Frage auf, nämlich: Besteht eine solche genügend stramme Beziehung auch zwischen der Witterung in einem Gebiet und der *vorangegangenen* großräumigen mittleren Druckverteilung? Die Bejahung dieser Frage würde sofort prognostische Möglichkeiten von höchster Bedeutung eröffnen. Die Untersuchungen zeigen nun, daß ein solcher Zusammenhang fraglos existiert und wenigstens in vielen Fällen nicht geleugnet werden kann; allerdings ist er nicht stramm genug, um ohne weitere Anhaltspunkte daraufhin allein schon ständig zuverlässige Monatsvorhersagen der zu erwartenden Witterung zu geben, wenigstens nicht mit derjenigen Präzision, welche die notwendige Voraussetzung für die praktische Verwendbarkeit der Prognosen ist. Denn es kommt z. B. der Aussage, daß die Temperatur im kommenden Monat im Mittel normal sein wird, solange meistens wenig Bedeutung zu, als keine ergänzende Aussage darüber möglich ist, ob dieser Normalwert durch zu hohe Temperaturen in der ersten Hälfte des Monats und durch zu tiefe in der zweiten oder umgekehrt zustande kommt, oder auch durch einen ausgeglichenen, sich um das Monatsmittel bewegenden Temperaturverlauf während der ganzen Dauer des Monats. Hier also, d. h. mit Untersuchungen, die darauf abzielen, die Strammheit der angedeuteten Zusammenhänge so weit zu erhöhen, daß zuverlässige Monatsvorhersagen der Witterung gegeben werden können, ist der Forschungsbetätigung bereits ein weites Feld geöffnet.

Wetter und Witterung in den gemäßigten Breiten Europas sind in hohem Maße von der Lage des Wirkungsbereiches der zumeist vom Atlantik ausgehenden Zyklonentätigkeit abhängig. Änderungen der Zugrichtung der Zyklonen haben Änderungen des Wetters und der Witterung zur Folge. Es muß daher zunächst der Frage nachgegangen werden, welche Gesetzmäßigkeiten hinsichtlich der Zugrichtungen bestehen, die von den zyklonalen Störungen eingeschlagen werden. Dann aber müssen auch Untersuchungen über *die* Ursachen vorgenommen werden, die eine Umgestaltung und gebietsmäßige Verlagerung der Störungstätigkeit bewirken. Die erste Frage kann als hinreichend gelöst gelten, seit wir einen genaueren Einblick in die dritte Dimension der Atmosphäre gewonnen haben und sich damit unsere Erkenntnis der Vorgänge in der niederen Stratosphäre und ihrer Beziehungen zu den gleichzeitigen Veränderungen in den untersten atmosphärischen Schichten wesentlich vertieft hat. Der heutige Stand unseres Wissens hinsichtlich der oben aufgeworfenen Frage ist etwa der folgende: Die Druckverteilung in der Stratosphäre bestimmt im wesentlichen die Bahn, die Richtung und die Zuggeschwindigkeit der Störungen. Da die Druckverteilung in der Stratosphäre zumeist eine durchaus andere räumliche Gestaltung aufweist als die Bodendruckverteilung, kann aus der letzten in der Mehrzahl der Fälle jedesfalls nicht mit Sicherheit auf die Zugrichtung und Geschwindigkeit der zyklonalen Störungen geschlossen werden. Seit uns aber im Niveau von etwa 5000 m tägliche Karten der Druckverteilung zur Verfügung stehen, und diese qualitativ mit dem Druckbild in der Stratosphäre schon rechte Ähnlichkeit zeigen, besteht die Möglichkeit genauer Angaben über die Richtung, in welcher, und über die Geschwindigkeit, mit welcher die zyklonalen Störungen ziehen. Die Zugrichtung fällt mit den Isobaren der Druckverteilung in der Höhe zusammen, die Geschwindigkeit errechnet sich aus dem Druckgefälle. Solange die Druckverteilung in der Höhe sich nicht wesentlich ändert, wird auch am Boden Zugrichtung und Wettertempo dasselbe bleiben. Wir erleben dann zwar unter Umständen recht wechselvolles Wetter, aber stets die gleiche Witterung. Diese ist einer Änderung erst mit der Umgestaltung der Höhendruckverteilung unterworfen, welcher damit große Bedeutung zukommt. Das Richtige ist, die *gemittelte Höhendruckverteilung* direkt als identisch mit der *Großwetterlage* zu bezeichnen. Mit der mittleren Höhendruckverteilung kennen wir also die Großwetterlage und die zu ihr gehörige Witterung in den einzelnen Gebieten. Eine *Umgestaltung* des *Druck-*

bildes zieht dann aber auch eine *Umgestaltung* der *Großwetterlage* nach sich. Wenn wir daher einen Umschlag des Witterungsgepräges zeitlich festlegen und die sich danach einstellende Witterung vorhersagen wollen, müssen uns die Ursachen der Änderung der Druckverteilung in der hohen Troposphäre und die Richtung bekannt sein, in welcher diese Änderung verläuft. Den Untersuchungen über den Witterungsablauf und die Witterungsumgestaltung mit dem Ziele der prognostischen Verwertung ihrer Ergebnisse wird damit ein ganz bestimmter Bezirk zugewiesen: die Ursachen der Umgestaltung und Verlagerung der stratosphärischen Hoch- und Tiefdruckgebiete festzustellen. Dann erlauben uns die vorher angedeuteten Gesetzmäßigkeiten der „stratosphärischen Steuerung", Aussagen über das kommende Witterungsgepräge zu wagen[1]).

Wir wissen heute noch nicht viel mehr darüber, als daß diese hochgelegenen Druckzentren einen Teil der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation bilden und daß die Veränderungen, die in ihr vorgehen, sich in irgendeiner Weise auch in einer Veränderung der steuernden Druckgebilde in der niederen Stratosphäre äußern müssen. Der allgemeine atmosphärische Luftkreislauf, ein sehr kompliziertes Gebilde, ist uns in allen seinen Einzelheiten auch heute noch nicht genügend bekannt. Wir wissen zwar, daß in den äquatorialen und subtropischen Breiten eine gewisse Regelmäßigkeit der Strömungsform vorhanden ist, wir können diese, den Passat und Antipassat, auch erklären. Wir haben darüber hinaus die Erkenntnis gewonnen, daß die lange Zeit bestehende Annahme einer in allen Meridianschnitten gleichen Zirkulation auch in jenen niederen Breiten, vor allem der Südhalbkugel, wo die störende Ungleichförmigkeit der Land- und Meerverteilung weit weniger ins Gewicht fällt, zu nicht aufrecht zu erhaltenden Schlußfolgerungen führt. Denn wir wissen heute entgegen früheren Anschauungen, daß die Bildung von Kernen und Zellen des subtropischen Hochdruckgürtels, der eine Scheide der Zirkulationssysteme niederer und höherer Breiten bildet, zwar durch die ungleiche Land- und Meerverteilung stark beeinflußt wird, daß aber auch über einer homogenen Erdoberfläche eine solche Zellenbildung vor sich gehen müßte.

Während in niederen Breiten die atmosphärische Zirkulation durch Gleichförmigkeit ausgezeichnet ist, entfernt sie sich in den Gebieten der gemäßigten Zone von diesem stationären Zustand recht beträchtlich. Damit wird eine Schwierigkeit hineingetragen, die eben immer notwendig mit dem Vorhandensein von Wetter und Witterung, d. h. mit nichtstationären atmosphärischen Vorgängen verknüpft ist: die Gesetzmäßigkeiten erkennen zu müssen, welche die Schwankungen verursachen, denen die atmosphärische Zirkulation unserer Breiten ausgesetzt ist. Hier interessieren uns die regelmäßig dem Jahresgang der Sonnenstrahlung folgenden Zirkulationsschwankungen im Hinblick auf das Großwetter sehr viel weniger als die unregelmäßigen Veränderungen, welche das Wetter und die Witterung beeinflussen. Eine wesentliche Rolle spielen dabei die ortsbeständigen großen Druckgebilde, die sog. Aktionszentren, das *Islandtief* und das *Azorenhoch*, welche durch ihr Widerspiel die Einfallstore nach dem eurasiatischen Kontinent für die von Westen her vorstoßenden zyklonalen Störungen unvorhergesehen bald schließen und bald öffnen. Es ist daher verständlich, daß mit Rücksicht auf die für den mitteleuropäischen Raum geltenden Prognosen die Großwetterforschung den Veränderungen und Vorgängen im Bereiche der beiden Aktionszentren besondere Bedeutung beimessen muß. Hier gerade haben Untersuchungen von Prof. BAUR manche Aufklärung gebracht[1]). Danach zeigt es sich, daß sich nach einiger Zeit in dem Aktionszentrum Druckanstieg einstellt, wenn vorher das zonale Luftdruckgefälle in der Breite des Aktionszentrums übernormal war. Es tritt also bei übernormalen zonalen Luftdruckdifferenzen in der Breite von Island nach einiger Zeit eine *Verminderung* der *meridionalen* Luftdruckgegensätze zwischen den beiden Aktionszentren ein, während umgekehrt übernormale Luftdruckdifferenzen in der Breite der Azoren eine *Verstärkung* des *meridionalen* Gefälles späterhin (im darauffolgenden Monat) zur Folge haben. Diese Beziehungen, die durch ziemlich große Korrelationskoeffizienten ihre Bestätigung von der statistischen Seite her fanden, sind für die Beurteilung der Zirkulationsschwankungen von großer Wichtigkeit, insbesondere dann, wenn es gelingt, den Wirkungszeitraum, innerhalb dessen die Verstärkung bzw. Abschwächung der meridionalen Druckgegensätze vor sich geht, für die einzelnen Monate festzulegen. Mit den Schwankungen der meridionalen bzw. zonalen Druckgegensätze laufen nach dem barischen Windgesetz auch entsprechende Schwankungen der Zonal- bzw. Meridionalzirkulation parallel. Es überwiegt daher bisweilen die meridionale, bisweilen die zonale Zirkulation. Die Bedeutung dieser beiden Hauptformen der atmosphärischen Zirkulation, der Form des ungeordneten Luftmassenaustausches bei vorwiegend zonaler Strömung und der Form dieses Austausches in meridionalen Zirkulationsstreifen hat der Leiter des Instituts ebenfalls in einer Veröffentlichung herausgestellt[2]).

Wir haben in der atmosphärischen Zirkulation, wie schon aus dem Obigen hervorgeht, einen ge-

[1]) Die wohl eingehendste Behandlung der hier nur angedeuteten Probleme findet man in: F. BAUR, Die Bedeutung der Stratosphäre für die Großwetterlage, Meteor. Z. **1936**, H. 7.

[1]) F. BAUR, Der gegenwärtige Stand der meteorologischen Korrelationsforschung. Meteor. Z. **1930**, H. 2.

[2]) F. BAUR, Die Formen der atmosphärischen Zirkulation in der gemäßigten Zone. Gerlands Beitr. Geophysik **3**, 34 (1931).

wissen Regulierungsvorgang zu erblicken, der die Ausbildung extremer Verhältnisse, d. h. starker, längere Zeit hindurch anhaltender Abweichungen vom Normalen, zu verhindern sucht. In diesen Fällen greift die Atmosphäre zur Selbsthilfe. Wir erleben solche Aktionen plötzlichen Eingreifens zur Wiederherstellung der gestörten Ordnung jedes Jahr mehrfach aufs neue; immer ist es die Strahlung in Verbindung mit der ungleichen Verteilung von Land und Meer, welche zu derartigen Eingriffen Veranlassung gibt. Wenn infolge des Zusammenwirkens der beiden genannten Faktoren die Temperaturgegensätze zwischen Kontinent und Meer zu groß zu werden drohen, erfolgt durch eines der Ausfallstore des Polarbeckens, als welche meist die Verengungen der Ozeane zwischen den nördlichen Teilen der Kontinente anzusehen sind, der Ausbruch eines Schwalles kalter Luft, der den zu warmen Kontinent überschwemmt. Es tritt ein merklicher Rückgang in der ansteigenden Temperaturkurve ein, der erst nach längerer Zeit wieder ausgeglichen ist. Wir werden vermuten, daß diese Erscheinung des quantenhaften Ausbruches und Vorstoßes arktischer Kaltluft in großem Ausmaß, welche zu singulären Stellen in der an- oder absteigenden jährlichen Temperaturkurve Anlaß gibt, ein regelmäßiges, zu gewissen Zeiten des Jahres zu erwartendes, durch den jährlichen Strahlungsgang ausgelöstes Ereignis ist. Diese Vermutung bestätigt sich; durch ihre kalendermäßige Bindung sind jene „Singularitäten" sogar in die Spruch- und Regelweisheit des Volkes eingegangen. Die „Eisheiligen" oder „Eismänner" im Mai, die „Schafkälte" im Juni — die um diese Zeit schon geschorenen Schafe sind durch den plötzlichen Kälterückfall oft starken Erkältungen ausgesetzt — und, als umgekehrtes Phänomen, der Altweibersommer im September bis Oktober und das Weihnachtstauwetter gehören zu den markantesten Singularitäten. Die Bereitschaft der Atmosphäre zu solchen Eingriffen in bestimmten Zeitpunkten, die noch sehr erheblich um die mittleren Eintrittszeiten der Singularitäten streuen, verlangt auch von der Großwetterforschung zu jenen Zeiten besondere Bereitschaft, den zu erwartenden Umschwung rechtzeitig zu erkennen. Das gilt vor allem für den im ersten Drittel des Juni in der Regel erfolgenden Kaltlufteinbruch, der für die Witterungsgestaltung des beginnenden Sommers von Ausschlag sein kann, je nach der Verfrühung und Verspätung und der Intensität, mit der er einsetzt. Wieweit die Monsunlage, die sich damit einstellt — hoher Druck auf dem Ozean, tiefer auf dem Festland — und die kühles, feuchtes und niederschlagsreiches Wetter (verregnete Sommer) zur Folge hat, die Witterung der Sommermonate beherrscht, hängt außer von der Art und dem Zeitpunkt des großen sommerlichen Kälterückfalles im Juni natürlich noch von anderen Faktoren ab. Auch hier harren weitere Probleme ihrer Lösung.

Es weitet sich also der Kreis der ins Auge zu fassenden Erscheinungen merklich. Im Vorstehenden erkannten wir bereits nebenher die Bedeutung der Strahlung und die Rolle, die ihr im Hinblick auf die Großwetterprobleme zufällt. Sie ist die primäre Ursache des meridionalen Luftkreislaufes und letzthin aller Wettererscheinungen überhaupt. So betrachtet, müßte sie sogar am Anfang der Großwetterforschung stehen. Dem Strahlungsproblem ist mit viel Eifer nachgegangen worden. Zunächst einmal war es wichtig, den mittleren Strahlungs- und Wärmehaushalt zu erfassen. Das ist im wesentlichen gelungen. Wir kennen heute zahlenmäßig für einzelne Zeitabschnitte und das Jahr als Ganzes in den einzelnen 10°-Zonen der Nordhalbkugel die verschiedenen Strahlungsgrößen einigermaßen genau (sie werden immer in Pro-

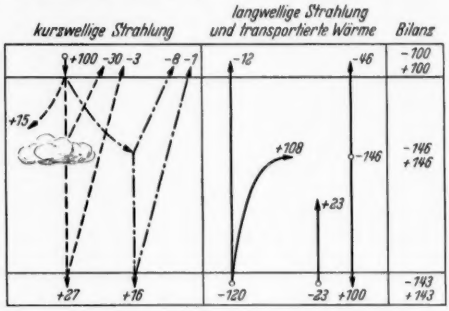


Fig. 1. Wärmehaushalt auf der Nordhalbkugel im Jahresmittel. (Die Zahlen geben Hundertteile der außeratmosphärischen Einstrahlung an.) (Nach F. BAUR und H. PHILIPPS.)

Kurzwellig:

Außeratmosphärische Sonnenstrahlung	100
Vom Erdboden absorbierte direkte Sonnenstrahlung	27
Vom Erdboden absorbierte indirekte Sonnenstrahlung	16
Von den Wolken reflektierte direkte Strahlung	30
Von der Erdoberfläche reflektierte direkte Strahlung	3
Von der Lufthülle diffus nach dem Weltenraum reflektierte Strahlung	8
Von der Erdoberfläche reflektierte indirekte Strahlung	1
Von der Lufthülle (einschl. Wolken) absorbierte Strahlung	15

Energieabedo 42 %

Langwellig:

Temperaturstrahlung, von der Erdoberfläche ausgehend	120
Durchgelassener Teil der Erdoberflächenstrahlung	12
Von der Lufthülle absorbierte langwellige Strahlung	108
Von der Lufthülle abgegebene langwellige Strahlung	146
Davon entfallen auf	
Ausstrahlung	46
Gegenstrahlung	100

Vertikal transportierte Wärme:

Vom Erdboden durch Verdunstung abgegebene und von der Lufthülle durch Kondensation aufgenommene Wärmemenge	23

zenten der extraterrestrischen Strahlung angegeben)[1]). Die Kenntnis dieses ziemlich umfangreichen Zahlenmaterials ermöglicht die Aufstellung einer Bilanz des Wärmehaushaltes für die ganze Nordhalbkugel, die zugleich eine Kontrolle für die Richtigkeit der erzielten Ergebnisse liefert; denn sie muß im Jahresmittel ausgeglichen sein. Da die Darstellung des Wärmehaushaltes der Nordhalbkugel im Jahresmittel neben ihrer Bedeutung für die Großwetterforschung auch allgemein als Forschungsergebnis einiges Interesse beansprucht, sei sie hier in Fig. 1, welche der oben zitierten Arbeit entnommen ist, wiedergegeben.

Die angegebenen Zahlen stellen Werte dar, wie sie sich im Mittel vieler Jahre ergeben. Im Einzelfalle sind recht beträchtliche Schwankungen um diese Mittelwerte möglich, vor allem dann, wenn die Strahlungsverhältnisse durch besondere äußere Einflüsse stark gestört sind. Ist z. B., was freilich nur selten vorkommt, nach großen Vulkanausbrüchen der atmosphärische Staubgehalt durch vulkanische Staubmassen für längere Zeit bedeutend heraufgesetzt, so hat das eine stark verminderte Durchlässigkeit der Atmosphäre für die direkte Sonnenstrahlung und dadurch eine vom Normalen sehr abweichende Verteilung der Strahlungsgrößen zur Folge, was sich wieder in bedeutenden Abweichungen der Zirkulation vom Normalzustand äußert. Z. B. entzogen sich während der langjährigen Prognosentätigkeit des Instituts bei der Ermittelung der sog. „ähnlichen Lagen" auffallenderweise gerade die sommerlichen Lagen des Jahres 1912 dem Vergleich. Zu Beginn des Juni 1912 erfolgte der mächtige Ausbruch des Katmai.

Also auch die geophysikalischen Einflüsse auf die Witterung sind zu beachten, und zwar nicht nur diejenigen, die durch Vulkanausbrüche hervorgerufen werden, auch Golf- und Labradorstrom und die schwankenden Eisverhältnisse der Arktis tragen ihr Teil zur Witterungsgestaltung bei. Schwankungen der Strahlung bedingen Veränderungen in der atmosphärischen Zirkulation. Diese Schwankungen können auf geophysikalische Einflüsse (Vulkanausbrüche) zurückzuführen sein, sie können aber auch in Veränderungen, die im und am Sonnenkörper selbst vor sich gehen, ihre Ursache haben. So ist die „Solarkonstante" (das ist die in der Minute einem Quadratzentimeter am oberen Rande der Atmosphäre bei senkrecht einfallender Strahlung zugeführte Wärmemenge) gewiß keine Konstante, sie ist sicherlich Veränderungen unterworfen, die sich, nach den Messungen zu urteilen, in der Größenordnung von 1 % ihres Mittelwertes bewegen. Diese geringfügigen Schwankungen dürfen uns nicht verleiten, auch ihre Auswirkungen für geringfügig zu halten; sind die mittleren Schwankungen des Druckes und der Temperatur doch von der gleichen prozentualen Größenordnung. Die Schwankungen der Solarkonstante werden seit etwa 2 Jahrzehnten an hochgelegenen Stationen Nord- und Südamerikas durch regelmäßige Messungen verfolgt. Vom Ergebnis dieser Messungen hoffte man anfänglich, sich einiges versprechen zu dürfen; heute jedoch hat es den Anschein, als ob die (sehr schwierigen) Meßmethoden noch nicht den Anforderungen genügen, um eine etwa vorhandene Gesetzmäßigkeit ungefälscht erkennen zu lassen.

Die vorstehenden, nur angedeuteten Ausführungen lassen keinen Zweifel an der Vielseitigkeit der Probleme und Fragestellungen der Großwetterforschung aufkommen. Da man bei allen Untersuchungen sich vorwiegend der statistischen Methode zu bedienen hat, war die Beschaffung eines ausreichenden, den einzelnen Fragestellungen angepaßten statistischen Ausgangsmaterials ein erstes Erfordernis. Das Forschungsinstitut hat bereits kurz nach der Gründung den ersten „Mitteleuropäischen Witterungsbericht" herausgegeben, der allmählich nach Inhalt und Umfang beträchtlich erweitert werden konnte[1]). Der Witterungsbericht verfolgte anfangs hauptsächlich den Zweck, eine monatliche Witterungsübersicht, die sich auf den mitteleuropäischen Raum bezog, bald nach Abschluß jedes Monats zu vermitteln. Sehr bald hat sich dann die sachliche und mit ihr die geographische Begrenzung erweitert. Der Mitteleuropäische Witterungsbericht ist heute eine in ihrer Reichhaltigkeit wohl ziemlich vereinzelt dastehende Sammlung von Material, das bereits so hergerichtet ist, daß es unmittelbar den statistischen Untersuchungen auf den verschiedenen Gebieten der Großwetterforschung dienen kann. Auch gebietsmäßig — vor allem mit Rücksicht auf das für Zirkulationsuntersuchungen zu schaffende Material — ist eine beträchtliche Erweiterung vollzogen worden. — Der Witterungsbericht umfaßt 3 Teile, von denen der erste neben Angaben über Sonnenfleckenrelativzahlen und Werten der Solarkonstante die Witterung in Mitteleuropa im betreffenden Monat in einer Anzahl von Tabellen und Karten beschreibt. Die Größe der Erhaltungsneigung der Witterung wird durch eine Reihe von Korrelationskoeffizienten gekennzeichnet. Der zweite Teil enthält das gesamte Höhenwetter, eine Zusammenfassung der Großwetterlagen im betreffenden Monat, dargestellt durch die mittlere Luftdruckverteilung im Niveau 5000 m, ferner die Karten der zugehörigen Steuerung der Steig- und Fallgebiete des Luftdruckes (zyklonale Störungen). Der dritte und neueste Teil des Mitteleuropäischen Witterungsberichtes umfaßt die auf die allgemeine atmosphärische Zirkulation bezüglichen Angaben: die Druckverteilung über der Nordhalbkugel und ihre Abweichung vom Normalwert, Karten der Größe der meridionalen und zonalen Zirkulation über der Nordhalbkugel und eine Reihe von Zahlenangaben mittlerer Druckgradienten der

[1]) F. BAUR u. H. PHILIPPS, Der Wärmehaushalt der Lufthülle der Nordhalbkugel usw. Gerlands Beitr. Geophysik **42**, 160 (1934); **45**, 82 (1935); **47**, 218 (1936).

[1]) F. BAUR, Der Mitteleuropäische Witterungsbericht. Meteor. Z. **55**, H. 4, 142 (1938).

Breitenkreise und Meridiane, sowie der Zirkulationskomponenten während der 3 Monatsdekaden, neuerdings auch Zahlenwerte der Zirkulation über dem Atlantik und dem amerikanischen und europäischen Festland. — Ein weiteres Jahrzehnt, und die Fülle des in seiner Art selten anzutreffenden Beobachtungsstoffes wird so angewachsen sein, daß er eine ungemein wertvolle Stoffsammlung für die gesamte Großwetterforschung in allen ihren Arbeitsgebieten abgeben kann, auf die man immer wird zurückgreifen müssen.

II. Die Langfristvorhersagen.

Die Langfristprognosen unterscheiden sich von den kurzfristigen Vorhersagen einmal durch die Länge des Vorhersagezeitraumes, zum anderen durch den Inhalt ihrer Aussagen; sie enthalten Angaben für *längere Fristen*, aber nicht Angaben über das Wetter, sondern solche über die zu erwartende *Witterung*. Es wäre freilich das höchste zu erstrebende Ziel, auch das *Wetter* der einzelnen Tage, d. h. die Wettererscheinungen mit allen ihren Einzelheiten, während längerer Zeiträume vorherzusagen, ein Ziel, von dem wir uns noch weit entfernt wissen. An Versuchen, der Lösung dieses Problems näherzukommen, hat es nicht gefehlt. Wenn diese scheiterten, so nicht deshalb, weil man falsche Wege beschritt. Denn für die Lösung dieser Aufgabe war die einzuschlagende Richtung eindeutig vorgezeichnet. Sofern überhaupt, konnte ein Erfolg nur durch Integration der Differentialgleichungen der theoretischen Meteorologie beschieden sein, welche ja die Beschreibung des ganzen atmosphärisch-dynamischen Geschehens in Differentialform enthalten. Hier aber stößt man auf derartige Schwierigkeiten mathematischer Natur, daß auch für die fernere Zukunft die Lösung auf diesem Wege zu erstreben, als völlig aussichtslos bezeichnet werden muß. Hierüber wurde bereits einiges in dieser Zeitschrift berichtet[1]). Es wäre ungerecht, die Versuche der Lösung auf diesem Wege zu erwähnen, ohne gleichzeitig das große Verdienst derjenigen hervorzuheben, die sich dieser schwierigen Aufgabe mit Kühnheit unterzogen. Vor allem ist hier an V. BJERKNES und seine Mitarbeiter auf der einen Seite, an L. F. RICHARDSON auf der anderen zu denken. Wenn auch das gesteckte Ziel nicht erreicht wurde, ist die meteorologische Literatur dabei doch um zwei hoch einzuschätzende Werke bereichert worden[2, 3]), die eine Fülle neuer Ergebnisse enthalten und zur Klärung mancher wichtigen Frage beisteuerten. Letzten Endes ist die Polarfronttheorie und die Zyklonentheorie der norwegischen Schule auf dem Boden dieses in Leipzig von V. BJERKNES begonnenen Versuchs gewachsen. So auch sind die Worte zu deuten, die V. BJERKNES in seinem Festvortrag anläßlich des 25jährigen Jubiläums des Leipziger Geophysikalischen Institut als dessen erster Direktor der jungen Meteorologengeneration mit auf den Weg gab: „es mit den Seefahrern zu halten und, auch um nahe Ziele zu erreichen, nach den Sternen zu steuern, die festen Kurs geben".

Es würde schon einen großen Fortschritt bedeuten, wenn es wenigstens gelänge, für eine Anzahl von Stationen den Luftdruckgang für einige Zeit vorauszuberechnen. Aus der dann gezeichneten Druckverteilung könnte man das Witterungsgepräge und sogar das „Wetter" für die Dauer der Vorausberechnung mit immerhin genügender Genauigkeit vorhersagen. Diesem Ziele scheinen wir uns durch Anwendung statistischer Methoden zu nähern, wenigstens für kurze Vorhersagezeiträume.

In diesem Zusammenhang verdient die auf L. WEICKMANN zurückgehende Entdeckung der *Symmetrie* im *Luftdruckgang* einer Station besondere Erwähnung. WEICKMANN fand, daß in der durch den Barographen aufgezeichneten Kurve des Luftdrucks Spiegelungspunkte existieren, derart, daß die um den Spiegelungspunkt umgeklappten Teile der Druckkurve sich annähernd decken. Die Bedeutung dieser Gesetzmäßigkeit ist evident. Kennt man den Spiegelungspunkt, so läßt sich durch einfaches Umklappen der zurückliegenden Hälfte der zu erwartende Verlauf der Druckkurve im voraus bestimmen. Einer praktischen Verwertung in dem angegebenen Sinne der Vorausberechnung ganzer Druckkarten stehen aber doch einige Mängel hinderlich im Wege. Die Auffindung eines Symmetriepunktes erfordert die Verfolgung der Luftdruckkurve ein ganzes Stück über diesen hinaus, um ihn zu erkennen. Außerdem treten gute Symmetriepunkte nur relativ selten, am ausgepägtesten zwischen Mitte Dezember und Mitte Januar in Erscheinung, und dann nicht an vielen Stationen gleichzeitig. Schließlich ist die Symmetrie, zumal mit wachsender Entfernung vom Spiegelungspunkt, zwar noch ausreichend, um den Druckgang in großen Zügen erkennen zu lassen, für die genauere Angabe von Druckwerten, wie sie für die Zeichnung einer Wetterkarte erforderlich sind, weist die gespiegelte Kurve dann aber doch zu große Streuungen gegen die wirklich beobachtete auf. Trotzdem muß festgestellt werden, daß die Beachtung der Symmetrieerscheinungen, die sich auch das Forschungsinstitut stets angelegen sein läßt, *ein*, aber nicht das *einzige* Hilfsmittel zur Beurteilung des voraussichtlichen Witterungsgepräges darstellt.

Auf der anderen Seite hat die Entdeckung der Symmetrieerscheinungen im Luftdruckgang ein umfangreiches Studium der atmosphärischen Wellenvorgänge eingeleitet, das hauptsächlich von L. WEICKMANN und seiner Leipziger Schule eingehend betrieben wurde. Denn die Symmetrie hat fraglos die Wellennatur des Luftdruckganges durch

[1]) H. PHILIPPS, Die Hauptprobleme d. theor. Meteorologie. Naturwiss. **27**, H. 25, 26 (1939).

[2]) V. BJERKNES u. Mitarbeiter, Physikalische Hydrodynamik. Berlin: Julius Springer 1933.

[3]) L. F. RICHARDSON, Weather prediction by numerical process. Cambridge: University press 1922.

die Tatsache erwiesen, daß ein Spiegelungspunkt dort entstehen muß, wo die Extremwerte aller sich überlagernden Wellen koinzidieren. Eine Reihe von Ergebnissen liegt bereits vor, zahlreiche Wellen, ihre Verteilung und ihr Wandern über der Nordhalbkugel sind von der Leipziger Schule untersucht worden. — Die für die Zerlegung des zeitlichen Ganges eines meteorologischen Elementes, z. B. des Luftdruckes, in eine Anzahl von Wellen verschiedener Wellenlänge, Phase und Amplitude anzuwendende Methode ist bekanntlich die *Fourieranalyse*; sie ist ein mit Vorsicht zu gebrauchendes Verfahren, bei welchem durch die Willkür des Analysierenden der Natur bereits die Grundschwingung und damit die Einzelschwingungen als ihre aliquoten Teile aufgezwungen werden. Die Fourieranalyse bedeutet also nichts weiter als eine *mathematische* Zerlegung eines Vorganges in einzelne Schwingungen, die nicht notwendig Realität besitzen müssen und in der Regel auch nicht besitzen. Der Zwang, unter welchen man damit die Vorgänge stellt, wird durch ein anderes recht sinnvolles Verfahren, die *Periodogrammanalyse*, wieder aufgehoben. Diese letzte gestattet die wirklich *reellen* Schwingungen aufzufinden. Verfolgt man diese eine Zeitlang, so findet man sehr häufig, insbesondere bei kürzeren Wellen, ein plötzliches Abbrechen der Schwingungen. Das haben u. a. auch im Forschungsinstitut während eines ganzen Sommers angestellte Versuche erwiesen. Man hat es also eher mit plötzlich abbrechenden und zeitweilig wieder auftretenden Rhythmen zu tun, welche den Druckgang bestimmen. Eine Überlagerung der einzelnen herausanalysierten reellen Rhythmen würde, wenn sich dieser Umstand des Abbrechens nicht sehr störend bemerkbar machte, einen weiteren Beitrag zur Vorausberechnung des Luftdruckganges liefern. Das in Fig. 2 dargestellte Beispiel eines Rhythmensprunges zeigt aber deutlich die Möglichkeit einer Fehlvorhersage. Mit dem Luftkörperwechsel am 6. III. ändert sich Phase und Amplitude der 3 Hauptschwingungen, deren Überlagerung in großen Zügen vor dem 6. III. den Luftdruckgang bestimmte. Eine Angabe der Luftdruckgestaltung über den 6. III. hinaus hätte also zu einer vollständigen Fehlprognose geführt.

Die tägliche Wettervorhersage bedient sich fast ausschließlich der *synoptischen* Methode. Nach einer genauen Analyse der vorliegenden Wetterlage (Synopsis = gleichzeitige Betrachtung aller Wetterelemente innerhalb eines großräumigen Gebietes) wird auf Grund gewisser teils theoretisch begründeter, teils auf der Erfahrung beruhender Regeln deren Veränderung, insbesondere die Verlagerung, Kräftigung und Abschwächung der Störungszentren, unter Zuhilfenahme der Höhenwetterkarte, der Karte der Änderung des Luftdruckes in den letzten 3 Stunden (Tendenzkarte) und anderer Hilfsmittel angenähert bestimmt. Von einzelnen stabilen und in ihrer Entwicklung leicht erkennbaren Wetterlagen abgesehen, läßt sich diese Methode aber über eine Vorhersagedauer von 1 bis höchstens 2 Tagen hinaus nicht mehr mit Erfolg anwenden, jedenfalls nicht für *die* Aussagen, die man von einer kurzfristigen Vorhersage verlangt. Dagegen ist für den Fall einer Verwendung des synoptischen Verfahrens zur Beurteilung des voraussichtlichen *Witterungscharakters* (Großwettersynoptik) die zeitliche Reichweite schon etwas größer.

Das wichtigste Hilfsmittel für die Zwecke der Langfristprognose wird aber wohl immer die *statistische* Methode bleiben. — Die Integrationen, welche wir auszuführen nicht imstande sind, führt uns die Natur selbst täglich in der mannigfachsten Weise vor Augen. Seit wir die atmosphärischen Vorgänge überall in dem uns interessierenden Großraum messend verfolgen können — und das

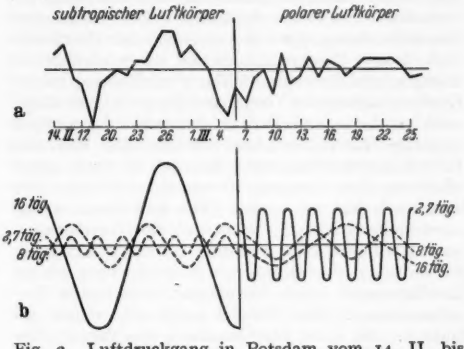


Fig. 2. Luftdruckgang in Potsdam vom 14. II. bis 26. III. 1926. a) beobachtet, b) harmonisch analysiert (davon 3 Wellen dargestellt); links *vor* dem Polarlufteinbruch, rechts *nach* dem Polarlufteinbruch.

ist jetzt seit fast einem halben Jahrhundert der Fall —, stehen uns ganze Scharen von (empirisch gefundenen) Lösungen, die unter mehr oder weniger verschiedenen Anfangsbedingungen verlaufen, zur Verfügung. Zu jeder dieser einzelnen Lösungen wird es innerhalb dieses umfangreichen Materials sicher auch eine oder mehrere andere Lösungen geben, die sehr ähnlich verlaufen. Das kann aber nur dann der Fall sein, wenn sie die gleichen oder wenigstens auch sehr ähnliche Anfangsbedingungen aufweisen. Mit anderen Worten: Wenn zwei Wetterlagen des Kollektivs, die eine z. B. am 8. VII. 1903, die andere an einem anderen Julidatum eines anderen Jahres, von diesen beiden Terminen an eine Zeitlang eine ähnliche Entwicklung erkennen lassen, so wird das nur möglich sein, wenn *vor* diesen beiden Terminen die Entwicklung auch schon eine gewisse Zeit annähernd übereingestimmt hat. Die Umkehrung: Weisen zwei Entwicklungen bis zu einem bestimmten Termin die gleiche oder wenigstens eine sehr ähnliche „Vorgeschichte" auf, so wird auch *nach* diesem Termin mit großer Wahrscheinlichkeit die Entwicklung noch eine Zeitlang die gleiche sein, zeigt einen zur Prognose führenden Weg, wenn es gelingt, ein Verfahren heranzuziehen

und Kriterien anzugeben, die geeignet sind, zu einer gegebenen Wetterlage (der Ausgangswetterlage am Stichtag der Vorhersage) eine ähnliche Wetterlage mit ähnlicher Witterungsvorgeschichte (Vorwetter) wie im vorliegenden Fall zu finden. Es ist dann nur die Witterungsgeschichte des gefundenen ähnlichen Falles in ihrem weiteren Verlauf der Prognose zugrunde zu legen. Soweit das Prinzipielle. Das Verfahren, welches diese strenge Sichtung an Hand gewisser Maßzahlen ermöglicht, ist die Korrelationsrechnung[1, 2]).

Der Korrelationsrechnung fällt die Aufgabe zu, den Zusammenhang zu untersuchen, der zwischen zwei oder mehreren Kollektiven (nach der Definition der Wahrscheinlichkeitsrechnung) besteht und die Größe dieses Zusammenhanges durch bestimmte Maßzahlen (Korrelationskoeffizient, Korrelationsverhältnis) zu veranschaulichen. Der *funktionale* Zusammenhang, etwa der zwischen der Geschwindigkeit eines Massenpunktes und seiner kinetischen Energie, und die rein *zufällige* Verknüpfung zweier Erscheinungen oder Vorgänge bilden die Grenzfälle, zwischen die sich die Vielzahl der mehr oder weniger strammen Zusammenhänge einreiht. Der Wert des Korrelationskoeffizienten, der sich in eindeutiger Weise aus den einzelnen Elementen des Kollektivs berechnet, hat im ersten Falle die Größe 1, im zweiten die Größe 0; je mehr sich der Korrelationskoeffizient dem Wert 1 nähert, um so strammer ist der zwischen zwei durch ihre Kollektive gegebenen Erscheinungen oder Vorgängen bestehende Zusammenhang. Ein Beispiel möge dies näher erläutern. Bei einer Untersuchung des Zusammenhanges, der zwischen der Körperlänge und dem Körpergewicht gesunder junger Männer besteht, erhielt man bei 648 herausgegriffenen Fällen den Korrelationskoeffizienten + 0,65. Das bedeutet etwa so viel, daß in rund $(50 + 0{,}65 \cdot 50) = 82{,}5\,\%$ aller Fälle mit einem größeren Körpergewicht auch eine größere Körperlänge einhergeht. Die restlichen 17,5 % entfallen auf die hier nicht erfaßten Einflüsse anderer Faktoren auf das Körpergewicht (rassische Einflüsse, Vererbung, Lebensweise oder auch Körperumfang usw.). Sicher ist, daß man von allen Größen, die auf das Körpergewicht Einfluß nehmen, mit der Körperlänge wohl die wichtigste erfaßt hat. Würde man z. B. noch eine zweite Variable, etwa den Brustumfang, berücksichtigen, so würde das an die Stelle des Korrelationskoeffizienten tretende Mehrfachkorrelationsverhältnis wesentlich höher liegen, man kommt dem funktionalen Zusammenhang damit ein Stück näher. Im Falle der Mehrfachkorrelation, welche den Zusammenhang zwischen mehreren unabhängigen Variablen mit einer abhängigen Veränderlichen untersucht, benutzt man die Mehrfachkorrelationstabelle, für welche sich nachstehend ein bereits wieder auf die Großwetterforschung Bezug nehmendes Beispiel für 2 unabhängige Variable findet. Die in jedem Feld unten stehende Zahl, der Mittelwert aller Zahlen im Einzelfeld, ist die mathematische Erwartung des Eintritts des Ereignisses.

Mehrfachkorrelationstabelle.

X_0 = abhängige Veränderliche.
X_1 und X_2 = unabhängige Veränderliche.

Hier bedeuten:

X_0 die Abweichung des Februarmittels der Temperatur in Potsdam vom 46jährigen Mittelwert 1893 bis 1938.

X_1 die mittlere Schneehöhe in Potsdam und Frankfurt a. O. am 31. I. und 1. II.

X_2 die mittlere Schneehöhe in Karlsruhe und Frankfurt a. M. am 31. I. und 1. II.

X_2	X_1: Gar keine Schneedecke	X_1: 0,1 bis 5,0 cm	X_1: > 5 cm
> 5 cm			−5,6 −0,4 −11,2 **−5,7**
0,1 bis 5,0 cm	+2,1 +1,4 +3,5 **+2,3**	+1,5 +1,1 −3,5 +2,1 +1,9 +1,6 **+0,8**	+0,2 −4,0 −1,8 −3,0 +0,5 −4,5 **−2,1**
Gar keine Schneedecke	+1,4 +3,8 +0,7 +0,2 +1,3 +2,7 +0,8 +4,1 +3,0 +2,0 −1,8 −0,8 +1,3 **+1,4**	+2,1 −0,1 −2,2 +0,6 +1,6 +2,3 +1,2 +1,3 −0,7 +0,3 −0,4 −0,4 **+0,5**	−0,4 −2,3 −1,4 **−1,4**

(Die eingetragenen Zahlen sind die Werte der abhängigen Veränderlichen X_0; die in jedem Feld unten stehenden Zahlen stellen die bedingten mathematischen Erwartungen von X_0 dar.)

Die Tabelle läßt die Zusammenhänge und die Möglichkeiten in prognostischer Hinsicht klar erkennen. Würde z. B. danach in einem der kommenden Jahre am 31. I und 1. II. sowohl in Norddeutschland, repräsentiert durch Potsdam und Frankfurt a. O., wie auch in Südwestdeutschland, durch Karlsruhe und Frankfurt a. M. vertreten, keine Schneedecke vorhanden sein, so ist wenigstens mit einiger Sicherheit ein zu warmer (+) Februar zu erwarten. Denn in den 13 Fällen, in welchen diese Bedingungen (keine Schneedecke) erfüllt waren, sprechen sich 11 in diesem Sinne aus.

[1]) F. BAUR, Korrelationsrechnung. Math.-phys. Bibl. 75. Leipzig: B. G. Teubner.

[2]) F. BAUR in F. LINKE, Meteorologisches Taschenbuch IV. Berlin: Akad. Verlagsg., 1939.

Das Korrelationsverhältnis beträgt für diese Tabelle 0,53, der Zusammenhang ist also nicht einmal übermäßig stramm, was auch bei Verwendung nur zweier Variablen kaum zu erwarten ist; hängt doch die Monatsmitteltemperatur noch von einer Anzahl hier nicht berücksichtigter Faktoren ab. Die Anzahl der Variablen zu vergrößern, stößt aber aus folgendem Grund auf Schwierigkeiten. Es stehen uns im vorliegenden Falle nur 46 Werte zur Verfügung, da länger zurück die Angabe der Schneehöhen für alle 4 Stationen nicht möglich ist. Würde eine dritte Variable mit einer auch dreifachen Klasseneinteilung hinzutreten, so würde die Anzahl der Felder statt $3^2 = 9$ jetzt $3^3 = 27$ betragen und die durchschnittliche Besetzung des Einzelfeldes würde erheblich sinken. Infolge der immer geringer werdenden Besetzung der Einzelfelder wird das Korrelationsverhältnis dann mehr und mehr verfälscht und gibt nicht mehr die genügend genaue Auskunft über die Strammheit des Zusammenhanges. Je geringer also der Umfang des Kollektivs, d. h. je weniger umfangreich der Beobachtungsstoff ist, um so geringer darf auch nur die Anzahl der Felder, d. h. der Variablen, sein, für welche die Strammheit des Zusammenhanges zu untersuchen ist. Je geringer aber diese Anzahl der Variablen ist, um so kleiner ist auch die Strammheit des Zusammenhanges; hierin haben wir den inneren Grund für die Schwierigkeiten zu sehen, denen man bei längerfristigen Prognosen auf statistischer Grundlage mit einem zwangsläufig nur wenig umfangreichen Kollektiv begegnet.

Anders ist das bei den vom Forschungsinstitut herausgegebenen 10Tage-Vorhersagen. Hier beträgt bei einem sich über 46 Jahre erstreckenden Material die Anzahl der zur Verfügung stehenden Elemente für eine Dekade 460, also gerade das 10fache des obigen Wertes. — Besondere Einfühlung in die physikalischen Zusammenhänge wird bei der Auswahl der Veränderlichen verlangt, und zwar der das Vorwetter und das Folgewetter kennzeichnenden Größen, die miteinander in Beziehung gesetzt werden. Denn man muß sich darüber im klaren sein, daß die Korrelationsrechnung in ähnlicher Weise wie die Fourieranalyse eine nur beschreibende Methode darstellt, die nicht sinnlos angewendet werden darf. Der Korrelationskoeffizient sagt ebensowenig etwas über die Kausalität des Zusammenhanges aus wie die herausanalysierte Amplitude über die Realität der Welle. Es ist z. B. durchaus möglich, daß „die Schwankungen eines am Strande torkelnden betrunkenen Matrosen im selben Rhythmus erfolgen wie die Schwankungen eines Schiffes auf bewegter See"[1]); es ergäbe sich ein hoher Korrelationskoeffizient beim Vergleich beider Erscheinungen, ohne daß der geringste Zusammenhang besteht. Man muß also, um sich vor Enttäuschungen zu sichern, bei der Wahl der Variablen von vernünftigen physikalischen Überlegungen und Fragestellungen ausgehen, die einen gewissen Zusammenhang schon vermuten lassen. Bei der Anlage von Mehrfachkorrelationstabellen für die 10-Tage-Vorhersage geht man so vor, daß man erst eine Reihe von Einfachkorrelationen jeweils für die einzelnen etwa 30 Stationen des betrachteten Großraumes berechnet. Mit den so erhaltenen zahlreichen Korrelationskoeffizienten werden Linien gleicher Korrelation (Isokorrelationen) gezeichnet. Diejenigen Stationen, welche in die Gebiete positiver und negativer Kerne des Isokorrelationsbildes fallen, welche also die größten Absolutwerte des Korrelationskoeffizienten und damit die strammsten Zusammenhänge aufweisen, werden dann für die Aufstellung der Mehrfachkorrelationstabelle herangezogen. Auf diese Weise erhält man von vornherein die Gewißheit eines genügend großen Korrelationsverhältnisses. Bei den vom Forschungsinstitut benutzten Tabellen beträgt es stets über 0,75, oft sogar 0,90. Mit der Fertigstellung der Mehrfachkorrelationstabelle ist die Aufgabe, sich ein Mittel zur Auffindung einer Reihe ähnlicher Wetterlagen mit gleichem Ausgangs- und Vorwetter zu schaffen, erledigt. Der genauere Vergleich der auf diese Weise in einer ersten Auswahl herausgestellten „ähnlichen Fälle" wird an Hand eines ungemein umfangreichen Kartenmaterials durchgeführt. Für nähere Einzelheiten darüber fehlt hier der Raum, weshalb nur auf die sich darauf beziehende Literatur[1, 2]) verwiesen wird.

Um die zu leistende technische Gesamtarbeit, die für die Schaffung der Unterlagen notwendig wird, wenigstens etwas zu beleuchten, folgen noch ein paar Zahlenangaben. Zur Herstellung der Unterlagen für eine Vorhersage während des ganzen Jahres müssen rund 3500000 Beobachtungen statistisch verarbeitet werden; weiter ist für 14610 Tage eine ausführliche Witterungsgeschichte des 10tägigen Folgewetters für eine große Anzahl deutscher Stationen festzulegen. Hand in Hand mit der statistischen Arbeit geht eine zeichnerische Darstellung der Witterungsgeschichte der letzten 40 Jahre, welche es, um nach den gleichen Gesichtspunkten die Wetterlage bildlich zu erfassen, erforderlich macht, im ganzen etwa 88000 Wetterkarten zu zeichnen. Diese Zahlenangaben beziehen sich auf einen Stand des Materials vor einigen Jahren. Durch die letzten neu hinzugetretenen Jahre erhöhen sich diese Zahlen noch um einiges. Der Umfang der zu leistenden statistischen Arbeit könnte auf den 36. Teil herabgedrückt werden, wenn die Isokorrelationsbilder für alle 36 Dekaden des Jahres die gleichen wären. Leider ist das nicht der Fall und auch nicht zu erwarten. An der Änderung dieser Isokorrelationen ist nämlich eine Reihe von Einflüssen beteiligt, die einen jährlichen Gang

[1]) E. WAGEMANN, Der Narrenspiegel der Statistik. Hamburg, Hanseatische Verlagsgesellschaft 1935.

[1]) G. POGADE, Die wissenschaftlichen Grundlagen der BAURschen Zehntagevorhersagen. Ann. Hydr. 1937, Juniheft.

[2]) F. BAUR, Official weather forecasting for 10-day periods in Germany. Amer. Met. Soc. 1936, Nr 5 und 8/9.

aufweisen, z. B. die Strahlung. Auch die Singularitäten, vor allem der Juni-Kälterückfall, machen sich in einer plötzlichen und grundlegenden Änderung der Isokorrelationsbilder bemerkbar.

Mit der Auswahl der „ähnlichen Wetterlagen" nach den statistischen Gesichtspunkten ist es selbstverständlich noch nicht getan. Hier setzt erst die gründliche Sichtung und kritische Betrachtung der (statistisch) ähnlichen Fälle nach den anderen erwähnten Methoden ein. Erst wenn aus der nun schon kleinen Auswahl derjenige Fall herausgefunden ist, der sich auch dem synoptischen Bilde, das man sich von der Witterungsentwicklung zu machen in der Lage ist, anpaßt und sich hinsichtlich der anderen Prüfungsverfahren (Rhythmen, Symmetriepunkt, Höhenwetterstatistik) als stichfest erweist, kann zur Vorhersage geschritten werden. In dieser die Mehrdeutigkeit stark herabsetzenden Synthese aller nur irgend heranzuziehenden Kriterien und Hilfsmittel beruht der besondere Wert der hier bei der Aufstellung der Prognosen geübten Arbeitsweise.

Neuerdings wird dabei auch das Verfahren der *Typenkorrelation*, das auf einen Gedanken von Prof. BAUR[1]) zurückgeht, zur Anwendung gebracht. Mittels der Typenkorrelation wird es vielleicht einmal möglich sein, sogar den einige Zeit später zu erwartenden Luftdruck für eine Reihe von Stationen mit einer nur geringen Streuung gegen den später beobachteten vorherzusagen, einer Streuung, die gering genug sein dürfte, um die Herausgabe vorausberechneter Luftdruckkarten zu verantworten oder wenigstens von Karten der Steig- und Fallgebiete in qualitativer Angabe. Für eine 24stündige Prognose des Luftdruckbildes können wahrscheinlich schon in absehbarer Zeit brauchbare Ergebnisse in Aussicht gestellt werden.

Über die bisherigen Erfolge läßt sich so viel sagen, daß die in den einzelnen Jahren natürlich etwas schwankende Treffsicherheit schon heute im Mittel jedenfalls nicht geringer ist als die der kurzfristigen Prognosen; das bestätigen die amtlich vorgenommenen Prüfungen und Feststellungen, das bestätigt schließlich auch das große Interesse, das die Öffentlichkeit, und hier vor allem wieder die Landwirtschaft als der größte Nutznießer der Vorhersagen, an ihrer Herausgabe bekundet. Daß freilich noch vieles auch zur Verbesserung der Vorhersagen zu tun bleibt, versteht sich von selbst. Denn 10 Jahre sind ein bescheidener Zeitraum für die Lösung eines Problems dieser Größe. — Wünschen wir daher dem jungen Jubilar ein weiteres Jahrzehnt von schönen Erfolgen begleiteter Forschungstätigkeit.

[1]) F. BAUR, Die Störungen der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation in der gemäßigten Zone. Meteor. Z. 1937, H. 12.

Über Reifevorgänge am Brotgetreide (Weizen).

Von KARL SCHMORL, Coburg.

Bildet sich aus dem Fruchtknoten der Getreideblüte, nach deren Bestäubung und Befruchtung, die Frucht des Getreides, das Korn, so lassen sich hierbei verschiedene Reifezustände beobachten. Diese verschiedenen Reifezustände unterscheiden sich voneinander durch die verschiedene physikalische und chemische Ausbildung des Kornes. Sie lassen aus diesem Kornzustand aber vor allem auf die jeweiligen physiologischen Vorgänge schließen, die zu dieser Ausbildung führten. Dadurch wiederum erhält man wichtige Fingerzeige über die mögliche Begünstigung der Kornausbildung durch äußere Beeinflussung. Das Studium der Reifevorgänge am Brotgetreide ist deshalb nicht nur von rein wissenschaftlicher, sondern darüber hinaus auch von volkswirtschaftlicher Bedeutung.

Einen ersten Reifezustand des Getreides bezeichnet man als

1. Milchreife.

In dieser Milchreife ist die botanische Entwicklung des Keimlings, ebenso im großen und ganzen die Aufnahme der Eiweißstoffe, so gut wie abgeschlossen. Nicht abgeschlossen ist die Einlagerung von Stärke in das Korn.

Die Körner sind in der Milchreife noch äußerlich grün, innerlich sind sie von milchiger Beschaffenheit. Das Korn besitzt noch einen sehr hohen Wassergehalt, der über 30 % der Kornsubstanz betragen kann.

Was die Ausbildung der Eiweißstoffe betrifft, so wird im Getreidekorn die Stickstoffassimilation sehr bald beendet. Das zeigt, von welcher Bedeutung der leichtlösliche Stickstoff im Boden ist. In bezug auf die Stickstoffhandelsdünger hat sich jedenfalls ergeben, daß der leicht lösliche und leicht assimilierbare Nitratstickstoff jedem anderen N-Dünger, vor allem jedem Wirtschaftsdünger, vorzuziehen ist. Das gilt besonders für Sommergetreide.

Wird bis zur Milchreife die Eiweißeinlagerung beendet, so beendet sich doch nicht die eigentliche „Reife" dieser Eiweißstoffe, die in einer nachfolgenden ständigen Entwässerung und Kondensation besteht. Die weitere Veränderung der Eiweißstoffe betrifft also weniger deren Menge, als vielmehr deren physikalisch-chemische Zustandsform.

Daß im Zustande der Milchreife die Stärkeeinlagerung nicht abgeschlossen ist, ergibt sich sowohl aus der chemischen Analyse solcher Körner, als auch aus dem mikroskopischem Bilde, das in der Milchreife und Gelbreife noch das Überwiegen besonders kleiner Stärkekörnchen zeigt. Die physikalisch-chemische Zustandsform dieser Stärke

scheint dagegen auch im weiteren Wachstum und in der weiteren Reife des Kornes keine Veränderung mehr zu erleiden; die Veränderung der Stärke betrifft also nur deren Menge und Körnchengröße.

Die einzelnen Reifezustände des Kornes fließen in dieser Entwicklung kontinuierlich ineinander über. So geht die Milchreife, als eine Art Vorstadium, in die

2. Gelbreife

des Kornes über. Hier hat das Korn eine gelbe bis braune Farbe und läßt sich über dem Nagel brechen. Seine stoffliche Entwicklung ist in bezug auf die Eiweißaufnahme zu einem endgültigen Abschluß gelangt. Das in diesem Zustand analysierte Korn hat, rein prozentual, den höchsten Eiweißgehalt. Vor allem aber hat die physikalisch-chemische Gestaltung dieser Eiweißstoffe bereits zu einer beginnenden Kondensation geführt, ohne daß dieser Prozeß jedoch zu einem Abschluß gekommen wäre. Durch den fortgesetzten Wasserentzug gehen die Eiweißstoffe in dieser und den nachfolgenden Reifeperioden aus dem Gelzustand immer mehr in den Koagelzustand über.

Eine mikroskopische Untersuchung von Weizenkörnern zeigte in diesem Reifezustand eine größere Anzahl kleiner Stärkekörnchen, die gegenüber den großen Stärkekörnchen an Zahl überwiegen. Nach Feststellung des Verfassers ist das Verhältnis der großen Stärkekörnchen zu den kleinen bei den nicht voll ausgereiften Getreidekörnern 1:10,8, bei den voll ausgereiften Getreidekörnern jedoch 1:4,8. Das läßt vermuten, daß im Verlaufe der weiteren Reife Neubildung von Stärke stattfindet, und daß diese Stärke sich an die schon ausgebildeten Stärkekörnchen anlagert, um sie zu den Großkörnern zu ergänzen. Als „klein" wurden hier Stärkekörner bezeichnet, welche die Größe 7—14 μ hatten; die großen Stärkekörnchen hatten eine Größenordnung zwischen 20 und 30 μ.

Die dazu nötige Zählung wurde an deutschen Winterweizensorten Weihenstephaner Züchtung durchgeführt. Das Zählverfahren in einer ZEISSschen Zählkammer erfolgte unter sinngemäßer Anlehnung an das Verfahren, dessen sich die Medizin zur Zählung der roten Blutkörperchen bedient.

Die mikroskopischen Beobachtungen, die immerhin zu Fehlern Anlaß geben können, weil die beobachteten und geschätzten Zahlen mit großen Faktoren multipliziert werden müssen, so daß sich selbst kleine Beobachtungsfehler vielfach vergrößern, liegen allerdings eindeutig in derselben Richtung. Außerdem decken sich die Ergebnisse sehr gut mit dem chemischen Befund, der aus nachfolgender Tabelle zu entnehmen ist:

Tabelle 1. Chemische Zusammensetzung von unvollständig ausgereiften und voll ausgereiften Getreidekörnern (Weizen).

	In Prozent Tr.			
	Eiweiß	Fett	Stärke	Rohfaser
Unvollständig ausgereift	13,63	2,30	62,54	4,3
Nach Vollreife	12,71	2,10	66,46	3,9

Der beachtenswerte Vorgang besteht also in der auch aus der Analyse sich ergebenden Neubildung von Stärke. Die Eiweißstoffe erleiden dabei durch die Reife natürlich keine Verminderung, sondern sie erscheinen prozentual nur in geringerer Menge, weil sie von der zunehmenden Stärke zurückgedrängt werden. Die Zunahme der Stärke ist von besonderer Bedeutung, denn die Stärke ist mit ihrem spezifischen Gewicht 1,5 der schwerste Bestandteil des Getreides. Die vollständige Reife des Getreides bedeutet also Gewichtszunahme und in gleichem Sinne Zunahme im Ertrag des Feldes.

Für die Landwirtschaft ergibt sich aus diesen Beobachtungen die Schlußfolgerung, daß Getreide so spät wie möglich zu schneiden ist, damit die Körner mit Nährstoffen voll gefüllt werden können, um ein schweres Korn zu erzielen, das ja heute nach dem „Hektolitergewicht" bewertet wird; und endlich soll ein möglichst hoher Hektarertrag zustande kommen, denn hohe Erträge sind für europäische, besonders deutsche Verhältnisse bei den beschränkten Räumen, auch erstes Gebot des Getreidebaues.

Während des allmählichen Überganges der Gelbreife zur

3. Vollreife

löst das Korn seine Verbindung mit der Mutterpflanze. Damit wird der Keimling zu einer selbständigen Pflanze, das Korn zu einem selbständigen Organismus, dessen „botanische" Reife hiermit, nach der Trennung von der Mutterpflanze, abgeschlossen ist. Damit hat natürlich auch die Aufnahme der Stärkestoffe endgültig ihren Abschluß gefunden. Die weitere Reife besteht nur noch in dem stetigen Wasserverlust, unter ständiger Entquellung der Eiweißstoffe. In diesem Zustande der Vollreife ist vor allem auch die physiologische Reife des Keimlings beendet; erhält das Getreide in dieser Zeit zu große Witterungsfeuchtigkeit, so wächst es aus (Keimung). Solcher Auswuchs stellt im Brotgetreide, das zur Vermahlung bestimmt ist, eine starke Wertminderung dar. „Auswuchs" ist in Küstengegenden oder Gebirgsgegenden gelegentlich anzutreffen. Neu in dieser Hinsicht ist die Zucht eines Getreides, bei dem der Keimling sehr spät reif wird, erst nach der vollständigen Ausbildung der Stärke- und Eiweißstoffe. Solches Getreide mit „Keimverzögerung" kann geschnitten werden und auch nach dem Schnitt länger auf dem Felde liegen bleiben. Selbst bei größerer Feuchtigkeit beginnt der Keimling erst nach einer Ruhezeit von mehr als einer Woche auszuwachsen.

Erst nach dieser Keimlingsreife, die sich der Vollreife anschließt, kommt das Getreide zu seiner letzten inneren stofflichen Veränderung in der

4. Totreife.

Ein Teil dieser Reife vollzieht sich freilich erst auf dem Getreidelager. Hier tritt das aus den Eiweißstoffen immer noch entbundene Wasser frei an die Oberfläche der Körner. Der Lagerhalter sucht dabei durch reichliche und kühle Lüftung

dieses Wasser aus dem Lager zu entfernen. Die Erscheinung wird vom Getreidefachmann als das „Schwitzen" des Getreides bezeichnet. Im Zusammenhange mit diesem letzten Wasserentzug des Kornes steht eine während der Lagerung langsam zunehmende Säuerung des Kornes. Die dabei entstehenden freien Säuren beeinflussen die Quellfähigkeit der Eiweißstoffe. Der Roggen besitzt an und für sich einen höheren Säuregrad als der Weizen. Da die günstige Quellfähigkeit, die für die gute Backfähigkeit eines Getreides maßgebend ist, beim Roggen wegen seines höheren Säuregrades leichter erreicht wird, ist der Roggen bald nach der Ernte genügend abgelagert und gut verbackbar. Der Weizen dagegen erreicht den notwendigen günstigen Säuregrad zeitlich später und deshalb auch erst nach einigen Wochen oder Monaten den besten Zustand seiner Backfähigkeit.

Diese Backfähigkeit wird also durch den Säuregrad zunächst begünstigt; sie wird aber wesentlich bestimmt von dem Quellungsvermögen der Eiweißstoffe, die beim Weizen den sog. Kleber bilden.

In früherer Zeit herrschte hier die Meinung, daß die Ausbildung eines günstigen Klebers allein witterungsbedingt sei, d. h. der Verlauf der Witterung innerhalb der letzten Reifeperioden sollte maßgebend sein für die Backfähigkeit des betreffenden Weizens.

Heute sind wir anderer Meinung. Wir wissen heute, daß die Backfähigkeit eine erbliche Sorteneigenschaft ist, die aber innerhalb einer bestimmten Schwankungsbreite noch durch äußere Beeinflussung veränderbar erscheint.

Um diese erblichen Eigenschaften zu beweisen, wurden vom Verfasser dieser Zeilen von 3 Weizensorten, deren Backfähigkeit verschieden war, Variabilitätskurven entworfen, die sich auf die enthaltene Feuchtklebermenge und auf die Backfähigkeit, ausgedrückt in einer „Gesamtgütezahl", beziehen[1]).

Unter dem Kleber versteht man dabei für Weizen diejenigen Eiweißstoffe, die beim Zugeben von Wasser auf das Mehl mit diesem Wasser wieder kolloidal verquellen. Diese Kleberstoffe sind also die Träger des kolloidalen Teigsystems.

Die „Gesamtgütezahl" stellt einen neueren Meßwert dar; oberhalb einer Grenzzahl 3270 liegen heute die Werte für unsere guten Kleberweizen, die zur Aufmischung geringwertiger Sorten verwendet werden und dadurch die Stelle der früheren Auslandsweizensorten vertreten.

Nachfolgende Skizzen (Fig. 1 und 2) sind die vereinfachte Wiedergabe exakt gewonnener Variabilitätskurven. Die verwendeten Zahlenwerte wurden den entsprechenden Veröffentlichungen des Institutes für Müllerei, Leiter: Professor Dr. KARL MOHS, entnommen[2]). Auf der Waagerechten wurden die beobachteten Werte für Feuchtklebergehalt und Gesamtgütezahl der drei Weizensorten graphisch eingetragen, und zwar für:

Carsten V mit geringer Backfähigkeit —, Rimpaus fr. Bastard mit mittlerer Backfähigkeit ---- und Langs Tassilo mit guter Backfähigkeit -·-·-·-.

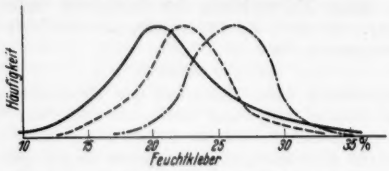


Fig. 1. Feuchtkleber der deutschen Weizen.

Die Entfernung von der Waagerechten stellt wie üblich den Maßstab für die Häufigkeit der Werte dar[1]).

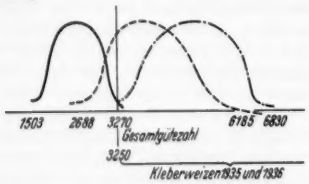


Fig. 2. Backfähigkeit deutscher Weizen.

Bedeutung der Erblichkeit für den Reifeprozeß.

Was den Feuchtklebergehalt anbetrifft, so schwankt er bei den einzelnen Sorten in sehr weiten Grenzen, er ist also durch äußere Faktoren innerhalb dieser Grenzen verschiebbar. Ein guter Stickstoffgehalt des Bodens, wegen der raschen Aufnahme dieses Stickstoffes, ein leicht assimilierbarer Nitratstickstoff, ist bei genügender Bodenfeuchtigkeit und Wärme wesentlich für die Ausarbeitung der hohen Klebermengen, die selbst im Erbbild geringwertiger Sorten (Carsten V) vorgesehen sind. Über diesen Wert der Volldüngung geben nachfolgende Zahlenwerte des Verfassers Aufschluß, die sich auf die in Süddeutschland gut verbreitete Weizensorte Mauerner beziehen:

Tabelle 2. Abhängigkeit von Düngung und Kornausbildung (Weizen).

	Mangeldüngung	Volldüngung		
	Kali und Phosphorsäure	Kali, Phosphorsäure und Stickstoff		
Stickstoff als	0	Ammonsulfat	Kalkstickstoff	Natronsalpeter
Eiweiß	11,40	11,43	12,50	13,93
Stärke	61,99	62,25	62,25	63,50
Rohfaser (Maßstab für Schalendicke)	2,9	2,7	2,8	2,6
Hektolitergewicht	70,0	73,6	73,2	72,4

Aus der Tabelle entnehmen wir die Eiweißsteigerung durch Volldüngung, die besonders in der

[1]) KARL SCHMORL, Mehlchemischer Lehrkursus. 3. Aufl. Leipzig: Moritz Schäfer 1935.

[2]) Z. Getreidewes. **1934**; **1935**; **1936**; **1937**.

[1]) S. auch Z. Unters. Lebensmitt. **1938**, H. 1.

Steigerung der Eiweißzahl durch Natronsalpeter zum Ausdruck kommt. Weiterhin steht mit dieser Volldüngung eine gesteigerte Stärkeeinlagerung bei verminderter Schalendicke (als Rohfaser ermittelt) und eine Erhöhung des Hektolitergewichtes im Zusammenhang. Über diese Erhöhung des Korngewichtes hinweg fördert die Düngung den Hektarertrag.

Für die Stickstoffdüngung wurde gefunden, daß 1 kg Stickstoff, der in Form von Handelsdünger gegeben wird, den Ertrag um 17 bis 18 kg Getreide zu steigern vermag.

Nach allen bisherigen Ergebnissen hat Volldüngung auch in bezug auf die Backfähigkeit aller Getreidesorten bisher beste Ergebnisse gebracht, aber die letzte Ausarbeitung der erblich streng veranlagten Backfähigkeit, wie sie aus der Variabilitätskurve für die Gesamtgütezahl zum Ausdruck kommt, ist ebenso die Folge einer in günstiger, trockener Witterung konstanten, ununterbrochenen Entwässerung der gelförmigen Eiweißstoffe. Die Stickstoffzufuhr im Boden ermöglicht in dieser Hinsicht die Ausbildung einer Eiweiß- bzw. Klebermenge, die für gute Backfähigkeit eben grundlegend ist. Die beobachtete schlechte Backfähigkeit sonst guter Sorten bei ungenügender Stickstoffzufuhr im Boden erklärt sich aus der Tatsache, daß bei einem Weizen ein Gehalt von 18% Kleber für gute Backfähigkeit nötig ist. Die Entwässerung und umgekehrt auch die Quellfähigkeit dieser Kleber wird durch Kali begünstigt.

Je gleichmäßiger und besser diese Entwässerung vor sich geht, desto mehr sind diese entwässerten Eiweißstoffe später beim Anteigen wieder befähigt, Wasser in sich aufzusaugen, um damit zum Teig zu verquellen. In früherer Zeit galt nun die Meinung, daß der Grad dieser Entwässerung nur witterungsbedingt ist. Man glaubte also, daß bei den so gut backfähigen, südamerikanischen oder nordamerikanischen Sorten, von denen nur der „Manitoba" erwähnt werden soll, die Ursache der guten Backfähigkeit nur in dem gleichmäßig warmen Klima liege, das während der einzelnen Reifestufen in jenen Ländern diese Entquellung besonders begünstige. Weitere Untersuchungen ergaben aber zunächst die Erbbedingtheit der Backfähigkeit, wobei dem Verlauf der Witterung während der Reife und während der Ernte auf dem Felde nur mehr ein korrigierender Einfluß zukommt.

Nachfolgende Tabelle möge diese Beobachtungen mit einander in Einklang bringen. So zeigte sich, daß von 17 untersuchten deutschen Weizensorten 11 von der Milchreife bis zur Totreife eine konstante Entwässerung erfuhren. Eine Ausnahme von dieser konstanten Wasserabnahme im Korn machten nur jene Weizen, die an und für sich als gering backfähig bekannt waren. So entwässerte Carsten V hauptsächlich in den letzten Reifestufen unvollständiger, so daß wohl schon die Wasserentbindung erblich bedingt ist. Der Begünstigung dieser Entwässerung in den erblich festgelegten Grenzen durch gute Nährstoffverhältnisse im Boden und durch einen günstigen Verlauf der Witterung steht nichts im Wege. Kali scheint die Quellung der Eiweiße besonders zu fördern.

Tabelle 3. Fortschreitende Entwässerung „guter" deutscher Winterweizen- und Sommerweizensorte und der Sorte Carsten V.

Milchreife	Winterweizen	Sommerweizen	Carsten V
	etwa 30% Kornfeuchtigkeit		
	Prozent Wasser	Prozent Wasser	Prozent Wasser
Totreife . .	18,95	19,22	18,55
	14,73	13,85	13,85
	13,39	12,97	13,49

5. Alterung des Getreides.

Die vollständige Ausreifung des Getreidekornes wird in einem Prozeß fortgesetzt und überschritten, der als die „Alterung" bezeichnet werden kann. Besonders gekennzeichnet ist diese Alterung durch das Auftreten von freier Säure, die vor allem auf die Tätigkeit von Enzymen zurückzuführen ist, die zu einer Aufspaltung der zunächst organischen Phosphorkomplexe und weiterhin u. a. auch zur Verseifung der Fettkörper des Keimlings führt. Untersuchungen haben ergeben, daß die Säurezahl bei den extrahierten Fetten älterer Mehle auf das fünffache ansteigen kann. In der Beeinflussung der Quellfähigkeit der Eiweißstoffe spielen von diesen Säurestoffen die ungesättigten fettbildenden Säuren eine besondere Rolle. Diese Säuren verbessern in einer ganz bestimmten Konzentration den Kleber, während sie in einer Konzentration von über 1% jede Kleberbildung bereits vollkommen zerstören können. Ölsäure und Leinölsäure sind die hervorragenden Vertreter dieser Kleberregulatoren. Da aber eine fortschreitende Lagerung zu einer fortschreitenden langsamen enzymatischen Zerstörung der organischen Kornsubstanz führt, so folgt nach dieser günstigsten Alterung auch der langsam fortschreitende Abbau des Kornes. Der Zeitpunkt, von dem aus dieser Abbau stattfindet, hängt von der Art der Lagerung ab. Sachgemäße, kühle und trockene Lagerung erhält auf viele Jahre ein gesundes und gut backfähiges Getreidekorn.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Zur Hydratation des Trikalziumaluminats.

Bei der Hydratation des Trikalziumaluminats $3\,CaO \cdot Al_2O_3$ bei Zimmertemperatur bilden sich vorwiegend zwei Hydrate, das hexagonale, tafelige $3\,CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 12\,H_2O$ und das reguläre $3\,CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6\,H_2O$, von denen das letztere das stabilere ist[1]). Diese Hydratationsprodukte sind in lichtmikroskopischen Dimensionen bekannt.

Um aber auch die ganz feinen allerersten Bildungen bei der Hydratation kennenzulernen, wurde feinkörniges, lufttrockenes $3\,CaO \cdot Al_2O_3$ hydratisiert und die ersten Reaktions-

produkte unter dem Siemens-Übermikroskop nach RUSKA und v. BORRIES untersucht. Dabei konnten keine gelartigen Bildungen festgestellt werden, sondern es bildeten sich beim Schütteln von $3\,CaO \cdot Al_2O_3$ in Wasser bei Zimmertemperatur (während etwa 16 Stunden) relativ große hexagonale Kristalltafeln, von denen z. B. in Fig. 1 ein Individuum bei 31000facher Vergrößerung im Übermikroskop abgebildet ist und die wir für das $3\,CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 12\,H_2O$ halten. Die Kristalltafel hat eine größte Länge von 1,3 μ bei einer Breite von rund 0,9 μ, während die Dicke größenordnungsmäßig wohl nur etwa 0,05—0,1 μ beträgt. Die eigentümlichen „Randleisten" und Zeichnungen auf der Tafel können wir noch nicht erklären; möglicherweise sind letztere „Eintrocknungsränder" von winzigen Lösungstropfen, die erst zuletzt auf dem fertigen Kristall zum Verdunsten kamen. Neben diesen hexagonalen Tafeln wurden gelegentlich auch andere Erscheinungsformen, z. B. kugelige Gebilde, beobachtet, die wir aber noch nicht genau deuten können.

Fig. 1 (II 1019/39). *Hexagonale Tafel von $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 12\,H_2O$*, durch Schütteln von $3\,CaO \cdot Al_2O_3$ in Wasser gebildet. Elektronenoptisch: 31000:1.

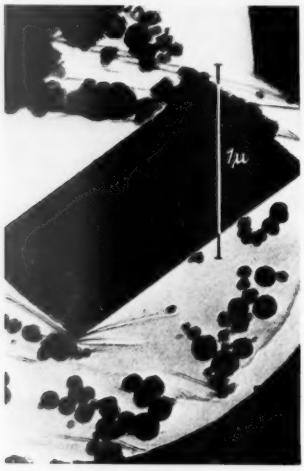


Fig. 2 (II 1023/39). *Reaktionsprodukte von Trikalziumaluminat und Wasser* im Isobutylalkohol-Wasser-Gemisch gebildet. Elektronenoptisch: 31000:1.

Wenn das Trikalziumaluminat aber in einem Isobutylalkohol-Wasser-Gemisch (etwa 18% Wasser) bei Zimmertemperatur hydratisiert wird, so entstehen meist in großer Menge kugelige Gebilde, die aber bei näherem Betrachten zum großen Teil glatte Kanten und Ecken haben, so daß wir sie für Ikositetraeder des stabileren $3\,CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6\,H_2O$ halten. Sie haben meist einen Durchmesser von etwa 60 ... 130 mμ, sind oft allerdings nur etwa 30 mμ groß. Die Fig. 2 und 3 zeigen derartige Kristalle in 31000facher Vergrößerung.

Daneben treten auch scharfkantige Kristalleisten auf, z. B. wie die in Fig. 2 Mitte; sie hat eine Länge von rund 1,3 μ und eine Breite von etwa 0,67 μ. Auch in Fig. 3 ragt eine derartige Leiste von rechts unten hinein, die etwa nur 0,3 μ breit ist. Bemerkenswert sind hierbei die pyramidalen Endflächen der Leiste. Anscheinend sind beide Erscheinungsformen der gleichen Verbindung zuzuordnen.

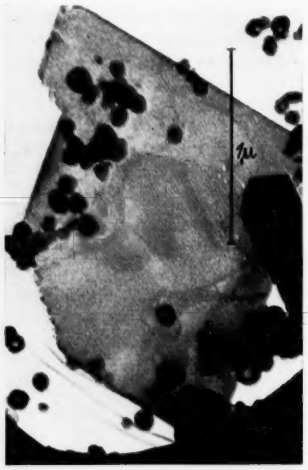


Fig. 3 (II 1026/39). *Reaktionsprodukte von Trikalziumaluminat und Wasser* im Isobutylalkohol-Wasser-Gemisch gebildet. Elektronenoptisch: 31000:1.

Zu beachten ist ferner die große Kristallplatte in Fig. 3, die eine Größe von etwa 1,3 × 1,6 μ hat. Auffallend ist die außerordentlich geringe Dicke dieser Platte, die weniger als 0,06 μ betragen muß im Vergleich mit den daneben und darauf liegenden $3\,CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6\,H_2O$ = Ikositetraedern. Bemerkenswert sind hier auch wieder die „Verdunstungsränder" auf der Tafel. Ob es sich bei dieser Tafel um $3\,CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 12\,H_2O$ oder um ein anderes Hydrat handelt, vermögen wir noch nicht mit Gewißheit zu sagen, ersteres ist aber nicht unwahrscheinlich.

Die Untersuchungen hierüber sind noch nicht abgeschlossen. Ihre Ergebnisse werden später ausführlich dargestellt.

Berlin-Dahlem, Kaiser Wilhelm-Institut für Silikatforschung, und Spandau, Laboratorium für Elektronenoptik der Siemens & Halske A.-G., den 20. November 1939.

O. E. RADCZEWSKI. H. O. MÜLLER. W. EITEL.

[1]) G. ASSARSSON, Zement **26**, 293 (1937); vgl. auch P. SCHLÄPFER, Symposium on the chemistry of cements, S. 277. Stockholm 1938.

Beitrag zur Elektronenablösung an der Kathode der Glimmentladung.

Es wurde kürzlich die Elektronenablösung an der Kathode einer Glimmentladung ($\gamma = i^-/i+$) aus der Kathoden-

erwärmung Q bestimmt [A. GÜNTHERSCHULZE u. WERNER BÄR, Z. Physik **109**, 121 (1938) u. a. a. O.]. Bei festgehaltenem Gesamtstrom i an der Kathode (0,5 mA/qcm) ergab sich γ ganz allgemein von der Größenordnung von 0,1—1 mit dem Kathodenfall V weitgehend gradlinig ansteigend. Da jedoch mit anderen Methoden bei anderen Versuchsbedingungen um Größenordnung kleinere Werte bestimmt wurden [KRUITHOFF u. PENNIG, Physica **3**, 515 (1936) u. a. a. O.], schien es uns bei der großen Bedeutung von γ wünschenswert, die Voraussetzungen der Methode nochmals zu prüfen

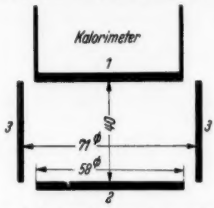


Fig. 1. Versuchsanordnung.
1 Kathode
2 Hilfselektrode
3 Anode
2 und *3* wassergekühlt

und festzustellen, ob γ außer von V auch von Stromdichte und Gasdruck abhängt. Wir haben die Messungen in H_2 und Messingkathode im Druckgebiet 0,2—2 Torr für die gewöhnliche Glimmentladung und die viel stromstärkere Hohlkathodenentladung ausgeführt und bis Stromdichten $j = 10$ mA/qcm ausgedehnt.

Die Bestimmung von γ aus Q erfolgt nach der Beziehung $\gamma = \frac{V \cdot i \cdot t - Q}{Q}$ unter der Voraussetzung, daß die Ionen vorwiegend aus dem Glimmlicht stammen und den Fallraum annähernd frei durchfallen. Zur 1. Annahme haben

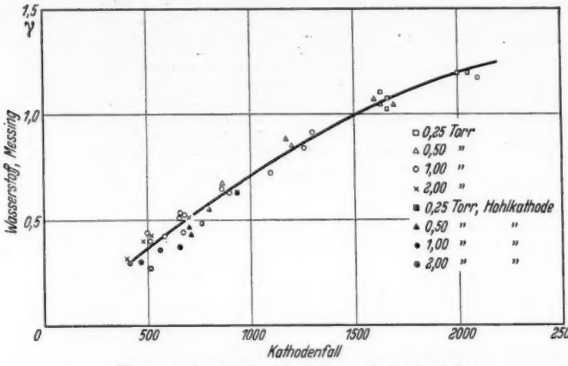


Fig. 2. γ in Abhängigkeit vom Kathodenfall.

wir durch Sondenmessungen im Glimmlicht ergänzend festgestellt, daß bei anomalem Kathodenfall tatsächlich der Diffusionsstrom aus dem Glimmlicht in den Fallraum von der Größe des Ionenstroms an der Kathode ist. Die Forderung, daß die Ionen den Fallraum d frei durchfallen, ist nicht notwendig. Sind die elastischen Zusammenstöße in d so zahlreich, daß dadurch im Entladungsraum Übertemperaturen auftreten, so ist in obiger Formel Q um die nach der Anode und den Wänden abfließende Wärmemenge zu vergrößern. Dieser normalerweise kleine Betrag ist in Q mitenthalten, wenn man (s. Versuchsanordnung Fig. 1) statt einseitiger Entladung (1 = Kathode) Hohlkathodenentladung (1 + 2 = Kathode) betreibt. Der Vergleich der γ-Werte für die Hohlkathode mit den Werten für die einseitige Entladung ermöglicht eine Kontrolle sowohl der Methode als auch eine Entscheidung, wieweit die γ-Gesetzmäßigkeiten beider Entladungsformen übereinstimmen. Die Ergebnisse sind in Fig. 2 dargestellt.

Obwohl die Stromdichten beinahe im ganzen Druckgebiet (0,2—2 Torr) zwischen 1—10 mA/qcm variiert wurden, liegen alle Punkte auf derselben Kurve. Die Werte für die Hohlkathode liegen, wie zu erwarten, etwas tiefer als die der einseitigen Entladung. γ ist annähernd gleich den von GÜNTHERSCHULZE für Cu angegebenen Werten. Für H_2 und Messing ist demnach in dem untersuchten Gebiet γ ausschließlich durch den Kathodenfall gegeben.

Darmstadt, Physikalisches Institut der Technischen Hochschule, den 22. November 1939. HEINZ FISCHER.

Mutabilität und physiologischer Zustand.

Es sind in der Mutationsforschung der letzten Jahre immer mehr Fälle bekannt geworden, die schwer anders zu deuten sind als so, daß ein bestimmter Genotyp bei verschiedenem „physiologischem Zustand" der Zelle, in der er sich befindet, in der Zeiteinheit verschieden häufig mutiert. Entsprechendes gilt auch für die Häufigkeiten der in einem bestimmten, sich aber in Zellen verschiedenen physiologischen Zustandes befindlichen Genotypus durch gleiche Dosen ionisierender Strahlungen ausgelösten Mutationen. Wenn über diese Befunde Zweifel kaum mehr möglich sind, so stehen einer Erklärung dafür doch gewisse Schwierigkeiten entgegen. Sie liegen darin, daß wir die „Gene" oder die „genetische Substanz" in den Chromosomen ja, soweit keine Mutation erfolgt, als etwas chemisch Unveränderliches anzusehen gewohnt sind. Es müssen dann also offenbar von der bei verschiedenem physiologischem Zustand verschiedenen Umgebung der „genetischen Substanz" unterschiedliche Einflüsse auf diese „genetische Substanz" ausgehen, die die Unterschiede ihrer Mutabilität bedingen. Im Falle der Mutationsauslösung durch ionisierende Strahlen kann, bei einer Beeinflussung der Häufigkeiten der durch die Strahlen ausgelösten Mutationen durch den physiologischen Zustand, der „Treffbereich" offenbar nicht der „genetischen Substanz" angehören, sondern muß durch Substanzen der Umgebung dargestellt werden, wobei zur Mutationsauslösung eine Energieleitung zur genetischen Substanz erforderlich wäre.

Bei diesen Überlegungen war immer, abgesehen von Mutationen, die chemische Unveränderlichkeit der „genetischen Substanz" vorausgesetzt. Weniger Schwierigkeiten ergeben sich, wenn man bestimmte reversible Änderungsmöglichkeiten der „genetischen Substanz" in Betracht zieht, die keine Mutationen sind. Solche Änderungsmöglichkeiten sind kolloidale Veränderungen, Änderungen in der Bindung von Wasser an die hydrophilen Strukturen, die zweifellos die „genetische Substanz" ausmachen. In der Tat sind solche Hydratationsänderungen der „genetischen Substanz" nicht nur möglich, sondern nach allem, was wir über Hydratationserscheinungen in den Zellen wissen, müssen wir sogar mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß auch die „genetische Substanz" in den Chromosomen Änderungen ihres Hydratationsgrades unterworfen ist und daß dieser vom „physiologischen Zustand" der betreffenden Zelle abhängig ist.

Ich möchte deshalb die Vermutung aussprechen, daß die Unterschiede in den Häufigkeiten der Mutationen gleicher Genotypen in Zellen verschiedenen physiologischen Zustandes mindestens teilweise auf durch den physiologischen Zustand bedingte Unterschiede im Hydratationszustand der genetischen Substanz zurückzuführen sind. Durch Einlagerung von Wasser kann die Stabilität der genetisch bedeutsamen Strukturen verändert werden. Was die Mutationsauslösung durch Strahlen angeht, so kann der Einfluß der Hydratation in einer Veränderung der Größe des „Treffbereichs" oder in einer Veränderung der „Wirkungswahrscheinlichkeit" im Treffbereich oder in beidem bestehen, wie KAPLAN[3]) näher ausgeführt hat. Sowohl die Eiweiße als auch die Thymonukleinsäure, deren Bedeutung für die Absorption der zur Mutationsauslösung verwandten Energie im Fall der UV.-Bestrahlung durch KNAPP und SCHREIBER[5]) gezeigt wurde, sind ja hydrophile Substanzen, für die die genannten Vorstellungen in Betracht kommen. Dabei ist an diejenigen Mutationen gedacht, die in einer Beeinflussung der genetischen Substanz in den Chromosomen bestehen, also an die Chromosomenmutationen (bzw. die primären Brüche) und an die sog. Genmutationen. Für Heteroploidiemutationen liegen natürlich andere Verhältnisse vor.

Die hier entwickelte Vorstellung wurde vom Verfasser bereits vor einigen Jahren gewonnen und mit verschiedenen

Fachgenossen diskutiert, angeregt durch die im Frankfurter Institut für Biophysik durchgeführten Untersuchungen über die Wirkung von Röntgenstrahlen auf wasserfreie und wasserhaltige Eiweiße, die eine viel größere Resistenz der ersteren ergeben hatten. Auch für eine experimentelle Prüfung der aufgestellten Hypothese eignen sich die durch ionisierende Strahlen ausgelösten Mutationen besser als die spontan aufgetretenen, weil nur im ersten Falle eine genügende Zahl von Mutationen in einer Zeitspanne erfolgt, die kurz genug ist, um in ihr mit Aussicht auf Erfolg eine Änderung der Hydratation ohne sonstige störende Begleiterscheinungen versuchen zu können. Wir haben deshalb zunächst die Methode einer Analyse der Röntgenstrahlenwirkung auf experimentell verschieden gequollene Zellen oder Gewebe angewandt[1, 2, 3, 4]), wobei es uns selbstverständlich vor allem auf eine Analyse der *genetischen* Wirkung der Strahlen ankam. Doch haben wir in Parallele dazu auch die unmittelbare Schädigungswirkung untersucht, was besonders deshalb von Bedeutung schien, weil immer mehr dafür spricht, daß auch die für diese Strahlenwirkung maßgeblichen Treffbereiche mindestens in enger Beziehung zur genetischen Substanz stehen.

Die Untersuchungen, soweit sie bis jetzt abgeschlossen sind, ergeben übereinstimmend eine Abhängigkeit der genetischen Strahlenwirkung vom Quellungszustand der bestrahlen Zellen, und zwar ist in gequollen bestrahlten Zellen die Häufigkeit ausgelöster Mutationen größer als in ungequollen bestrahlten. Diese Veränderung ist, was besonders zu betonen ist, reversibel, vorausgesetzt, daß die Quellung nicht zu lang erfolgte und dann offenbar sekundäre Veränderungen in Betracht zu ziehen sind. Bei genügend kurzer Quellung wird nach Entquellung wieder die vor der Quellung gegebene Strahlenempfindlichkeit erreicht. Gerade in dieser Reversibilität darf man wohl den klarsten Beweis dafür sehen, daß die Veränderungen der Empfindlichkeit nur auf Änderungen der Hydratation zurückzuführen sind. Bei Analyse der unmittelbaren Schädigungswirkungen ergibt sich im allgemeinen Parallelität zur genetischen Strahlenwirkung.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für Unterstützung dieser Untersuchungen.

Müncheberg, Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Erwin Baur-Institut, den 22. November 1939.
Edgar Knapp.

[1]) E. Wertz, Über die Abhängigkeit der Strahlenwirkung vom Quellungszustand der Gewebe, nach Untersuchungen an Gerstenkörnern. Strahlenther. (im Erscheinen).

[2]) E. Knapp, Untersuchungen zur Frage der Abhängigkeit der Strahlenempfindlichkeit vom Quellungszustand. Fortschr. Röntgenstr. (Tagungsheft) **60** (1939).

[3]) R. Kaplan, Experimentelle und theoretische Untersuchungen über den Mechanismus der Keimungsschädigung durch Röntgenstrahlen beim Pollen von Antirrhinum majus L. Biol. Zbl. (im Erscheinen).

[4]) R. Kaplan, Über die Häufigkeiten phänotypisch abweichender Pflanzen in der F_1-Generation aus verschieden gequollenen und bestrahlten Pollen von Antirrhinum majus. Z. indukt. Abstammgslehre (im Erscheinen).

[5]) Edgar Knapp, A. Reuss, O. Risse u. H. Schreiber, Quantitative Analyse der mutationsauslösenden Wirkung monochromatischen UV.-Lichtes. Naturwiss. **27**, 304 (1939).

Zur Deutung des antiferromagnetischen Umwandlungspunktes beim Vanadindioxyd.

W. Klemm und L. Grimm haben kürzlich an dieser Stelle[1]) auf den unstetigen Übergang von einem schwach paramagnetischen in einen stark paramagnetischen Zustand beim Vanadindioxyd hingewiesen, der z. B. im Gegensatz steht zu einem stetigen Übergang ähnlicher Art, der im Gebiet tiefer Temperaturen bei verschiedenen Cupriverbindungen beobachtet wird[2]). Da für die freie Einstellbarkeit des Spins in einem Magnetfeld die Wechselwirkung zwischen benachbarten Ionen wesentlich ist, sehen wir die Ursache des abweichenden Verhaltens des VO_2 in gewissen Besonderheiten der Anordnung benachbarter Metallionen im Kristallgitter dieses Oxyds. Im Vanadindioxyd, das im Rutilgitter kristallisiert, bilden die nächst benachbarten V^{4+}-Ionen lineare Ketten mit einem Atomabstand von 2,88 Å; die übernächsten Nachbarn sind bereits 3,52 Å entfernt. Die antiferromagnetische Ordnungstendenz ist also praktisch nur durch die Wechselwirkung mit 2 Nachbarn bestimmt, während in den genannten Cupriverbindungen wahrscheinlich 4 oder 6 Nachbarionen in gleicher Weise zur Umpolungsenergie eines Spins beitragen. Wenn aber nur 2 Partner die Spineinstellung eines Ions bestimmen, muß die Falschstellung des einen von ihnen eine viel stärkere Rückwirkung auf die Spinumpolbarkeit des beeinflußten Ions ausüben, als beim Zusammenwirken mehrerer Partner.

Die Frage, ob ein Übergang von Ordnung zu Unordnung in einem Kristall stetig oder unstetig verläuft, hängt nun ausschließlich von einer derartigen (die Unordnung erleichternden) Rückwirkung einer einzelnen Unordnungsstelle auf ihre Nachbarn ab. Ist diese Rückwirkung groß, so schwillt bei einem gewissen Unordnungszustand die Zahl der Fehlstellen auf einmal lawinenartig an, und der Übergang zum ungeordneten Zustand verläuft unstetig. So könnte das Auftreten eines scharfen antiferromagnetischen Umwandlungspunktes durch die Besonderheit des VO_2-Gitters eine einleuchtende Erklärung finden.

Zur quantitativen Theorie der Stoffe mit antiferromagnetischem Grundzustand wird der eine von uns in seiner demnächst erscheinenden Dissertation einen Beitrag liefern.

Berlin-Siemensstadt, Zentralabteilung der Siemens & Halske A.-G., den 28. November 1939.
H. Dressnandt. W. Schottky.

[1]) Naturwiss. 1939, 787.

[2]) De Haas u. C. I. Gorter, Comm. Leiden 215a, 1931.

Besprechung.

Hand- und Jahrbuch der Chemischen Physik. Hrsg. von A. Eucken und K. L. Wolf. Band 10, Abschnitt III A: B. Mrowka, **Starkeffekt.** Abschnitt IIIB: H. A. Stuart, **Elektrischer Kerr-Effekt** (Elektrische Doppelbrechung). Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1939. 104 S. und 31 Abbild. 17×25 cm. Preis brosch. RM 12.—.

Schon der 9. Band war den Spektren und ihrem Zusammenhang mit dem Bau der Materie gewidmet; der vorliegende Abschnitt des 10. Bandes behandelt den Einfluß eines äußeren elektrischen Feldes auf die Spektrallinien und die optischen Eigenschaften der Stoffe. Der Beitrag über den Starkeffekt kommt bei theoretisch-deduktiver Darstellung auf knappem Raum zu einer klaren und übersichtlichen Behandlung des Starkeffektes der Atome mit einem Elektron, der komplizierten Atome und Molekeln und des wichtigen Zusammenhanges mit der Polarisierbarkeit der Atome. Der im zweiten Beitrag behandelte Kerr-Effekt ist hauptsächlich durch die im elektrischen Feld stattfindende Ordnung anisotroper Molekeln bedingt. Die Theorie zeigt, wie infolge verschiedener Temperaturabhängigkeit im allgemeinen zwei Größen gemessen werden können, wobei eine ein Maß für die Anisotropie der elektrischen Polarisierbarkeit der Molekel erlaubt, die andere mit deren elektrischem Moment zusammenhängt. Theorie und Erfahrung werden eingehend verglichen, zahlreiche Tabellen berichten die Ergebnisse. Weiterhin wird aus der optischen Anisotropie (unter Zuhilfenahme des Depolarisationsgrades des Streulichtes werden alle Eigenschaften des Tensors der Polarisierbarkeit für viele Molekeln angegeben) auf die Struktur der Molekeln geschlossen (einige anorganische Molekeln, Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Äther, Ketone). Der Zeitraum zwischen dieser Darstellung und der in Stuarts Buch „Molekülstruktur" (Berlin 1934) ist vielleicht etwas kurz. So stimmen manche Abschnitte mit den damaligen überein. Bei einigen Stoffgruppen (N_2O, gasförmige und flüssige Kohlenwasserstoffe) sind die Angaben infolge neuerer Messungen — meist von Stuart und Mitarbeitern selbst — wesentlich ergänzt. F. Hund, Leipzig.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Fritz Süffert, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.

Handbuch der meteorologischen Instrumente

und ihrer Auswertung

Bearbeitet von

F. Albrecht, P. Duckert, W. Grundmann, J. Grunow
Chr. Jensen, K. Kähler, E. Kleinschmidt, W. Kopp
W. Kühl, J. Reger, M. Robitzsch, R. Süring

Herausgegeben von

Professor Dr. **E. Kleinschmidt**
Stuttgart

Mit 463 Abbildungen. XV, 733 Seiten. 1935

RM 69.—; gebunden RM 72.—

Inhaltsübersicht:

Temperaturmeßgeräte. Von Dr. W. Grundmann, Braunschweig. Anhang: Instrumente zur Messung der klimatischen Abkühlungsgröße. — **Meßgeräte der Sonnen- und Himmelsstrahlung.** Photometrische Meßmethoden. Von Professor Dr. W. Kühl, Potsdam. — Die kalorimetrischen Meßmethoden der atmosphärischen Strahlungsforschung. — Die Sonnenscheinautographen. Von Dr. F. Albrecht, Potsdam. — **Die Messung der Luftfeuchtigkeit und der Verdunstung.** Grundbegriffe und abgeleitete Ausdrücke für den Feuchtigkeitsgehalt der Luft. — Meßgeräte auf thermodynamischer Grundlage. Von Professor Dr. M. Robitzsch, Berlin. — Haarhygrometrie und Absorptionshygrometrie. Von Dr. W. Grundmann, Braunschweig. — **Messung der Kondensationskerne und der Kondensationsprodukte.** Staubgehalt der Luft und Kondensationskerne. Von Professor Dr. K. Kähler, Potsdam. — Untersuchungen der Elemente der Wolken und des Regens. Von Dr. F. Albrecht, Potsdam. — Niederschlagsmessung. Von Professor Dr. E. Kleinschmidt, Stuttgart. — **Luftdruckmessung.** Von Professor Dr. E. Kleinschmidt, Stuttgart. — **Die Windmessung am Boden.** Von Dr. J. Grunow, Berlin. Anhang: Die elektrischen Windmeßgeräte. Von Dr. F. Albrecht, Potsdam. — **Aerologische Meßmethoden.** Die Meteorographen. Von Professor Dr. E. Kleinschmidt, Stuttgart, und Professor Dr. J. Reger, Lindenberg. — Die Auswertung aerologischer Meteorogramme und die Bearbeitung der Aufstiegsergebnisse. Von Professor Dr. M. Robitzsch, Berlin. — Technik der Gummiballone. — Messung der Luftströmungen mittels Pilotballonen. Von Professor Dr. J. Reger, Lindenberg. — Fesselaufstiege von Land aus. Von Dr. W. Kopp, Lindenberg. — Fesselaufstiege vom Schiff aus. Von Professor Dr. E. Kleinschmidt, Stuttgart. — Aerologische Flugzeugaufstiege. Von Dr. W. Kopp, Lindenberg. — Telemeteorometrie. Von Dr. P. Duckert, Berlin. — Wolkenmessung. Von Geh.-Rat Professor Dr. R. Süring, Potsdam. Anhang: Wolkenhöhenmessungen mit dem Entfernungsmesser und mit dem Scheinwerfer. Von Dr. W. Kopp, Lindenberg. — **Luftelektrizität.** Von Professor Dr. K. Kähler, Potsdam. — **Meßgeräte der atmosphärischen Optik und Akustik.** Die Apparate zur Untersuchung der atmosphärischen Polarisations-Erscheinungen. Von Professor Dr. Chr. Jensen, Hamburg. — Sichtmesser. Von Professor Dr. K. Kähler, Potsdam. — Schallempfangsapparate. Von Professor Dr. W. Kühl, Potsdam. — **Tabellenanhang.** — Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Physikalische Hydrodynamik. Mit Anwendung auf die dynamische Meteorologie. Von **V. Bjerknes,** Professor an der Universität Oslo, Research Associate des Carnegie Institutes in Washington, **J. Bjerknes,** Professor am Geophysikalischen Institut Bergen, **H. Solberg,** Professor an der Universität Oslo, und **T. Bergeron,** Wissenschaftlicher Berater im norwegischen Wetterdienst. Mit 151 Abbildungen. XVIII, 797 Seiten. 1933.

RM 66.—; gebunden RM 69.—

Inhaltsübersicht: Erster Teil: **Physikalische Hydrodynamik.** I. Skalaren, Vektoren, Tensoren. — II. Kinematik des Kontinuums. — III. Gleichgewichts- und Bewegungsgleichungen. — IV. Allgemeine Eigenschaften der hydrodynamischen Stromfelder. — V./VI. Hydroelektrische und hydromagnetische Erscheinungen. Erste Reihe: Nichtstationäre Bewegung. Zweite Reihe: Stationäre Bewegung. — VII. Hydrodynamische Störungsgleichungen. — VIII. Einfache Gleichgewichtsstörungen. — IX. Störungen gradliniger Bewegungen. — X. Quasistatische Wellenbewegung in autobarotropen Schichten. — XI. Störung krummliniger Strömungen. — XII. Die Berücksichtigung der Erddrehung. — XIII. Gleichgewichtsstörung auf der rotierenden Erde. — XIV. Störung gradliniger Strömungen auf der rotierenden Erde. Zykionenwellen. — Zweiter Teil: **Anwendungen auf die Meteorologie.** XV. Der mittlere Zustand der Atmosphäre. — XVI. Der Wärmehaushalt der Atmosphäre. — XVII. Die permanenten Zirkulationssysteme. — XVIII. Die Störungen der großen permanenten Zirkulationen. — XIX. Das Wetter. — Tabellenanhang. — Bibliographie mit historischen Erläuterungen. Von V. Bjerknes, Oslo. — Sachverzeichnis.

Methoden und Probleme der dynamischen Meteorologie. Von Dr. **Hans Ertel,** Meteorologisches Institut der Universität Berlin. (Ergebnisse der Mathematik und ihrer Grenzgebiete. Herausgegeben von der Schriftleitung des „Zentralblatt für Mathematik", Band V, 3. Heft.) Mit 14 Figuren. IV, 122 Seiten. 1938. RM 14.—

Inhaltsverzeichnis: Einleitung. — **I. Thermo-Hydrodynamische Grundlagen.** Zusammensetzung der Atmosphäre. Die Zustandsgleichung der Gase. Die Hauptsätze der Thermodynamik. Thermodynamische Gleichgewichtsbedingungen; charakteristische thermodynamische Funktionen (thermodynamische Potentiale). Spezielle thermodynamische Zustandsänderungen; Polytropen; Kreisprozesse. Thermodynamik feuchter Luft. Exkurs über Strahlung. Die Grundgleichungen der Hydrodynamik. — **II. Allgemeine Dynamik der Atmosphäre.** Hydrodynamische Gleichungen in rotierenden Koordinatensystemen. Die Gleichungen der „ausgeglichenen" Bewegungen; Turbulenzreibung. Geopotential; Druck-, Massen- und Stromfeld. Das Zirkulationstheorem von V. Bjerknes. Das Variationsprinzip der atmosphärischen Dynamik. Atmosphärische Energetik. — **III. Spezielle Dynamik der Atmosphäre.** Grundgleichungen der atmosphärischen Statik. Polytrope Atmosphären. Stabilitätskriterien. Labilitätsprobleme. Die Theorien zur Erklärung der mittleren geometrischen Temperaturzustandskurve. Quasistatische Zustandsänderungen. Stationäre Windfelder. Stationäre Diskontinuitäten in der Atmosphäre. Die atmosphärischen Störungsgleichungen. Geostrophische Gleichgewichtsbedingung und nichtstationäre Bewegungen.

Grundlagen und Methoden der Periodenforschung. Von Dr. phil. **Karl Stumpff,** a. o. Professor an der Universität Berlin, Observator am Meteorologischen Institut der Universität Berlin. Mit 41 Abbildungen im Text. VII, 332 Seiten. 1937. RM 39.—; gebunden RM 42.—

Inhaltsübersicht: Reihenentwicklung und näherungsweise Darstellung empirischer Funktionen. — Praxis der Harmonischen Analyse und Synthese. — Das Periodogramm. — Die statistische Behandlung von Periodenproblemen. — Andere analytische Methoden der Periodenbestimmung. — Die physikalischen Hilfsmittel der Periodenforschung. — Literatur-, Namen- und Sachverzeichnis.

Tafeln und Aufgaben zur harmonischen Analyse und Periodogrammrechnung. Von Dr. phil. **Karl Stumpff,** a. o. Professor an der Universität Berlin, Observator am Meteorologischen Institut der Universität Berlin. Mit 18 Abbildungen. VIII, 174 Seiten. 1939. RM 36.—; gebunden RM 39.60

Inhaltsübersicht: Erster Teil: Tafeln zur Harmonischen Analyse und Periodogrammrechnung: Tafel I: Rechenschemata für die Harmonische Analyse gleichabständiger Beobachtungen. — Tafel II: Erläuterungen. Die ersten 1000 Vielfachen der Funktionen cos und sin der Winkel 15^0, $22\frac{1}{2}^0$, 30^0, 45^0, $67\frac{1}{2}^0$, 75^0. Die ersten 100 Vielfachen der Funktionen cos und sin aller ganzen Grade des ersten Quadranten. — Tafel III: Erläuterungen. Multiplikationstafeln für die Harmonische Analyse von Beobachtungsreihen mit bis zu 40 Gliedern. — Tafel IV: Erläuterungen. Verwandlungen der rechtwinkligen Komponenten eines Periodogrammvektors (b, a) in Polarkoordinaten (h, ψ). — Tafel V: Musterbeispiel für einen Verteilungsschlüssel nach dem Darwinschen Schema (p=121; 11 Spalten). — Tafel VI: Kleinere Hilfstafeln zur Periodogrammanalyse. — Zweiter Teil: Aufgaben zur Harmonischen Analyse und Periodogrammrechnung. I. Aufgaben zur Harmonischen Analyse. II. Aufgaben zur Periodogrammanalyse. — Literaturverzeichnis. — Berichtigungen zu „Grundlagen und Methoden der Periodenforschung".

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Hierzu zwei Beilagen vom Verlag Julius Springer in Berlin.

Für den Textteil verantwortlich: Fritz Süffert in Berlin W 9; für den Anzeigenteil: Albert Meyer in Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5. Pl. 4. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig. — Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Printed in Germany.